Handbuch zur Ressourcenverwaltung

ESX Server 3.5, ESX Server 3i, Version 3.5

VirtualCenter 2.5

Handbuch zur Ressourcenverwaltung
Revision: 20080430
Artikelnummer: VI-DEU-Q208-502

Die neueste technische Dokumentation finden Sie auf unserer Website unter:

http://www.vmware.com/support/

Auf der VMware-Website finden Sie auch die neuesten Produktaktualisierungen.

Falls Sie Anmerkungen zu dieser Dokumentation haben, senden Sie diese bitte an:

docfeedback@vmware.com

© 2006, 2007, 2008 VMware, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Geschützt durch mindestens eines der US-Patente Nr. 6,397,242, 6,496,847, 6,704,925, 6,711,672, 6,725,289, 6,735,601, 6,785,886, 6,789,156, 6,795,966, 6,880,022, 6,944,699, 6,961,806, 6,961,941, 7,069,413, 7,082,598, 7,089,377, 7,111,086, 7,111,145, 7,117,481, 7,149,843, 7,155,558, 7,222,221, 7,260,815, 7,260,820, 7,269,683, 7,275,136, 7,277,998, 7,277,999, 7,278,030, 7,281,102 und 7,290,253. Weitere Patente sind angemeldet.

VMware, das VMware-Logo und -Design, Virtual SMP und VMotion sind eingetragene Marken oder Marken der VMware, Inc. in den USA und/oder anderen Ländern. Alle anderen in diesem Dokument erwähnten Bezeichnungen und Namen sind unter Umständen markenrechtlich geschützt.

VMware, Inc.
3401 Hillview Ave.
Palo Alto, CA 94304
www.vmware.com

Inhalt

Über dieses Handbuch 9

1 Erste Schritte bei der Ressourcenverwaltung 13
- Anzeigen von Hostressourceninformationen 14
- Grundlegendes zur Ressourcenzuteilung bei virtuellen Maschinen 19
  - Reservieren von Hostressourcen 21
  - Attribute virtueller Maschinen: Anteile, Reservierung und Grenzwerte 21
  - Zugangssteuerung 24
- Ändern von Attributen virtueller Maschinen 25
- Erstellen und Anpassen von Ressourcenpools 27
- Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen 31
- Erstellen und Anpassen von Clustern 33

2 Konzepte für die Ressourcenverwaltung 37
- Was sind Ressourcen? 37
  - Lieferanten und Verbraucher von Ressourcen 37
  - Ressourcenverwaltung mit ESX Server 39
  - Konfiguration von Ressourcen durch Administratoren 40
  - Ressourcennutzung und Leistung 40
- Grundlegendes zur Architektur von ESX Server 40
  - VMkernel 41
  - VMkernel-Ressourcen-Manager 41
  - Hardwareschnittstellenebene des VMkernels 42
  - Virtual Machine Monitor 42
  - Servicekonsole 42
  - Administratoreingriffe in die CPU-Verwaltung 42
  - Administratoreingriffe in die Arbeitsspeicherverwaltung 43
- Grundlegendes zur CPU- und Arbeitsspeichervirtualisierung 44
  - Grundlagen der CPU-Virtualisierung 44
  - Grundlagen der Arbeitsspeichervirtualisierung 45

3 Grundlegendes zu Ressourcenpools und ihre Verwaltung 49
Was sind Ressourcenpools? 50
Gründe für die Verwendung von Ressourcenpools 51
Hostressourcenpools und Clusterressourcenpools 53
Ressourcenpool-Zugangssteuerung 54
Erstellen von Ressourcenpools 55
Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen 57
Anzeigen von Ressourcenpoolinformationen 58
Die Registerkarte „Übersicht (Summary)“ des Ressourcenpools 59
Die Registerkarte „Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)“ des Ressourcenpools 61
Ändern von Ressourcenpoolattributen 63
Überwachen der Ressourcenpoolleistung 64
Hinzufügen virtueller Maschinen zu Ressourcenpools 64
Entfernen virtueller Maschinen aus Ressourcenpools 66
Ressourcenpools und Cluster 66
Für DRS aktivierte Cluster 67
Für DRS deaktivierter Cluster 68

4 Grundlegendes zu Clustern 71
Einführung in das Thema Cluster 71
VMware DRS 72
VMware HA 72
Cluster und VirtualCenter-Ausfall 74
Grundlegendes zu VMware DRS 74
Anfängliche Platzierung 75
Lastenausgleich und Migration virtueller Maschinen 79
Verteilte Energieverwaltung 82
DRS-Cluster, Ressourcenpools und ESX Server 84
Wartungsmodus und Standby-Modus des Hosts 84
Grundlegendes zu VMware HA 86
Herkömmliche und HA-Failover-Lösungen 86
VMware HA-Funktionen 88
Failover-Kapazität 89
Planen von HA-Clustern 89
VMware HA und besondere Situationen 91
Primäre und sekundäre Hosts 92
HA-Cluster und Wartungsmodus 93
HA-Cluster und nicht verbundene Hosts 93
HA-Cluster und Hostnetzwerkisolierung 94

Gemeinsame Verwendung von HA und DRS 95
Gültige, gelbe und rote Cluster 96
Gültiger Cluster 96
Gelber Cluster 100
Roter Cluster 101

5 Erstellen eines VMware-Clusters 105
Clustervoraussetzungen 105
Für HA aktivierter Cluster 106
VMotion-Anforderungen von VirtualCenter 107
Übersicht über die Clustererstellung 109
Erstellen eines Clusters 110
Auswählen von Clusterfunktionen 110
Auswählen der Automatisierungsebene 110
Auswählen von HA-Optionen 111
Auswählen eines Speicherorts für die VM-Auslagerungsdatei 112
Abschließen der Clustererstellung 112
Anzeigen von Clusterinformationen 113
Seite „Übersicht (Summary)“ 113
DRS-Ressourcenverteilungsdiagramme 115
Die Seite „DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)“ 116

6 Verwalten von VMware DRS 119
Anpassen von DRS 119
Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster 120
Hinzufügen verwalteter Hosts zu einem Cluster 120
Hinzufügen nicht verwalteter Hosts zu einem Cluster 122
Entfernen von Hosts aus einem Cluster 122
Ressourcenpoolhierarchien und Entfernen von Hosts 123
Virtuelle Maschinen und Entfernen von Hosts 123
Ungültige Cluster und Entfernen von Hosts 123
Übernehmen von DRS-Empfehlungen 124
Empfehlungsgruppierung 124
Verwenden der Seite mit den DRS-Empfehlungen 125
Neukonfigurieren von DRS 126
Verwenden von DRS-Affinitätsregeln 127
Grundlegendes zu den Auswirkungen von Regeln 129
Deaktivieren oder Löschen von Regeln 129

7 Cluster und virtuelle Maschinen 131
Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Cluster 131
Hinzufügen einer virtuellen Maschine während der Erstellung 132
Migrieren einer virtuellen Maschine auf einen Cluster 132
Hinzufügen eines Hosts mit virtuellen Maschinen zu einem Cluster 133
Einschalten virtueller Maschinen in einem Cluster 133
DRS aktiviert 133
HA aktiviert 133
Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster 134
Migrieren virtueller Maschinen aus einem Cluster heraus 134
Entfernen eines Hosts mit virtuellen Maschinen aus einem Cluster 134
Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen 135
Anpassen von HA für virtuelle Maschinen 136

8 Verwalten von VMware HA 139
Anpassen von HA 139
Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster 140
Hinzufügen verwalteter Hosts zu einem Cluster 140
Hinzufügen nicht verwalteter Hosts zu einem Cluster 141
Auswirkungen nach dem Hinzufügen eines Hosts zu einem Cluster 141
Konfigurieren und Aufheben der Konfiguration von HA auf einem Host 142
Arbeiten mit VMware HA 143
Festlegen erweiterter HA-Optionen 144

9 Erweiterte Ressourcenverwaltung 147
CPU-Virtualisierung 148
Software-CPU-Virtualisierung 148
Hardwaregestützte CPU-Virtualisierung 148
Virtualisierung und prozessorspezifisches Verhalten 149
Auswirkungen auf die Leistung 149
Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren 150
Prozessoren mit mehreren Kernen 152
Hyper-Threading 154
Aktivieren von Hyper-Threading 154
Hyper-Threading und ESX Server 155
Erweiterte Serverkonfiguration für Hyper-Threading 156
Unter Quarantäne stellen 158
Hyper-Threading und CPU-Affinität 158

Arbeitsspeichervirtualisierung 158
Software-Arbeitsspeichervirtualisierung 159
Hardwaregestützte Arbeitsspeichervirtualisierung 160
Auswirkungen auf die Leistung 161
Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead 162
Arbeitsspeicherzuteilung und Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher 164
Arbeitsspeicherzuteilung durch ESX Server-Hosts 164
Nutzung von Hostarbeitsspeicher 165
Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher virtueller Maschinen 166
Arbeitsspeicherabruf durch ESX Server-Hosts 167
Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber(vmmemctl) 167
Auslagerungsbereich und Gastbetriebssysteme 168
Auslagerung 169
Auslagerungsbereich und Arbeitsspeicherüberbelegung 171
Auslagerungsdateien und ESX Server-Ausfall 171
Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung durch mehrere virtuelle Maschinen 172
Erweiterte Attribute und ihre Funktionen 173
Festlegen erweiterter Hostattribute 173
Festlegen erweiterter Attribute für virtuelle Maschinen 178

10 Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX Server 181
Einführung in die NUMA-Technologie 182
Was ist NUMA? 182
NUMA-Herausforderungen für Betriebssysteme 182
NUMA-Planung mit ESX Server 183
VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen 184
Stammknoten und anfängliche Platzierung 185
Dynamischer Lastenausgleich und Seitenmigration 185
Für NUMA optimierte, transparente gemeinsame Seitennutzung 187
Manuelle NUMA-Steuerelemente 187
Übersicht über die IBM Enterprise X-Architektur 188
Übersicht über AMD Opteron-basierte Systeme 189
Abrufen von NUMA-Konfigurationsinformationen und -Statisiken 190
CPU-Affinität für das Verknüpfen virtueller Maschinen mit einem einzigen NUMA-Knoten 190
Arbeitsspeicheraffinität für das Verknüpfen von Arbeitsspeicherzuweisungen mit einem NUMA-Knoten 191

11 Empfohlene Vorgehensweisen 193
Empfohlene Vorgehensweisen für die Ressourcenverwaltung 193
Erstellen und Bereitstellen virtueller Maschinen 194
Planung 194
Erstellen virtueller Maschinen 195
Bereitstellen des Gastbetriebssystems 195
Bereitstellen von Gastanwendungen 196
Konfigurieren des VMkernel-Arbeitsspeichers 196
Empfohlene Vorgehensweisen für VMware HA 196
Empfohlene Vorgehensweisen für Netzwerke 197
Einrichten der Netzwerkredundanz 198
Weitere Überlegungen zu VMware HA-Clustern 201

A Dienstprogramme zum Überwachen der Leistung: „resxtop“ und „esxtop“ 203
Überlegungen zum Verwenden von „resxtop“ bzw. „esxtop“ 203
Verwenden des Dienstprogramms „resxtop“ 203
Verwenden des Dienstprogramms „esxtop“ 204
Verwenden der Dienstprogramme im interaktiven Modus 205
Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus 205
CPU-Fenster 209
Arbeitsspeicherfenster 213
Speicherfenster 218
Netzwerkfenster 228
Verwenden der Dienstprogramme im Batch-Modus 229
Verwenden der Dienstprogramme im Wiedergabemodus 230

Index 233

Über dieses Handbuch

Im *Handbuch zur Ressourcenverwaltung* wird die Ressourcenverwaltung für VMware® Virtual Infrastructure erörtert. Der Schwerpunkt liegt auf folgenden Hauptthemen:

- Ressourcenzuteilung und Konzepte der Ressourcenverwaltung
- Attribute virtueller Maschinen und Zugangssteuerung
- Ressourcenpools und ihre Verwaltung
- Cluster, VMware DRS (Distributed Resource Scheduler), VMware HA (High Availability) und ihre Anwendung
- Erweiterte Ressourcenverwaltungsoptionen
- Überlegungen zur Leistung

Das *Handbuch zur Ressourcenverwaltung* deckt sowohl ESX Server 3.5 als auch ESX Server 3i, Version 3.5, ab. Zur Vereinfachung der Erläuterung werden in diesem Buch die folgenden Produktbenennungskonventionen befolgt:

- Für Themen, die für ESX Server 3.5 spezifisch sind, wird in diesem Buch der Begriff „ESX Server 3“ verwendet.
- Für Themen, die für ESX Server 3i, Version 3.5, spezifisch sind, wird in diesem Buch der Begriff „ESX Server 3i“ verwendet.
- Für Themen, die für beide Produkte gelten, wird in diesem Buch der Begriff „ESX Server“ verwendet.

- Wenn die Bestimmung einer bestimmten Version für die Erläuterung wichtig ist, wird in diesem Buch für das jeweilige Produkt der vollständige Name samt Version angegeben.
- Wenn sich die Erläuterung auf alle Versionen von ESX Server for VMware Infrastructure 3 bezieht, wird in diesem Buch der Begriff „ESX Server 3.x“ verwendet.

Zielgruppe

Dieses Handbuch richtet sich an Administratoren, die nachvollziehen möchten, wie die Ressourcenzuteilung im System erfolgt und wie das Standardverhalten angepasst werden kann. Zudem ist es für jeden eine wichtige Grundlage, der Ressourcenpools, Cluster oder die Funktionen von DRS und HA verstehen und verwenden möchten.

Dieses Handbuch setzt voraus, dass Sie über Anwendungserfahrungen mit ESX Server und dem VirtualCenter Server verfügen.

Feedback zu diesem Dokument

VMware freut sich über Ihre Vorschläge zum Verbessern der Dokumentation. Bitte senden Sie Ihre Kommentare und Vorschläge an:

docfeedback@vmware.com

Dokumentation zu VMware Infrastructure

Die Dokumentation zu VMware Infrastructure umfasst die kombinierte Dokumentation zu VMware VirtualCenter und ESX Server.

In Abbildungen verwendete Abkürzungen

In den Abbildungen, die in diesem Handbuch enthalten sind, werden die in Tabelle 1 aufgeführten Abkürzungen verwendet.

Tabelle 1. Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
database	VirtualCenter-Datenbank
datastore	Speicher für den verwalteten Host
dsk#	Speicherfestplatte für den verwalteten Host
host*n*	Verwaltete VirtualCenter-Hosts

Tabelle 1. Abkürzungen (Fortsetzung)

Abkürzung	Beschreibung
RP	Ressourcenpool
SAN	Storage Area Network-Datenspeicher (SAN), der von den verwalteten Hosts gemeinsam genutzt wird
tmplt	Vorlage
user#	Benutzer mit Zugriffsberechtigungen
VC	VirtualCenter
VI	VMware Infrastructure-Client
VM#	Virtuelle Maschinen auf einem verwalteten Host

Technischer Support und Schulungsressourcen

In den folgenden Abschnitten werden die verfügbaren technischen Supportressourcen beschrieben. Unter der folgenden Adresse haben Sie Zugang zu den neuesten Versionen dieses Handbuchs und anderen Büchern:

http://www.vmware.com/support/pubs

Online- und Telefonsupport

Im Online-Support können Sie technische Unterstützung anfordern, Ihre Produkt- und Vertragsdaten abrufen und Produkte registrieren. Weitere Informationen finden Sie unter http://www.vmware.com/support.

Kunden mit entsprechenden Support-Verträgen erhalten über den telefonischen Support schnelle Hilfe bei Problemen der Prioritätsstufe 1. Weitere Informationen finden Sie unter http://www.vmware.com/support/phone_support.html.

Support-Angebote

VMware stellt ein umfangreiches Support-Angebot bereit, um Ihre geschäftlichen Anforderungen zu erfüllen. Weitere Informationen finden Sie unter http://www.vmware.com/support/services.

VMware Education Services

Die VMware-Kurse umfassen umfangreiche praktische Übungen, Fallbeispiele und Kursmaterialien, die zur Verwendung als Referenztools bei der praktischen Arbeit vorgesehen sind. Weitere Informationen zu den VMware Education Services finden Sie unter http://mylearn1.vmware.com/mgrreg/index.cfm.

Erste Schritte bei der Ressourcenverwaltung

1

In diesem Kapitel werden anhand eines einfachen Beispiels grundlegende Konzepte für die Ressourcenverwaltung vorgestellt. Sie werden Schritt für Schritt durch die Ressourcenzuteilung geführt; zuerst in einer Einzelhostumgebung und anschließend in einer etwas komplexeren Umgebung mit mehreren Hosts.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Anzeigen von Hostressourceninformationen“ auf Seite 14
- „Grundlegendes zur Ressourcenzuteilung bei virtuellen Maschinen“ auf Seite 19
- „Ändern von Attributen virtueller Maschinen“ auf Seite 25
- „Erstellen und Anpassen von Ressourcenpools“ auf Seite 27
- „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 31
- „Erstellen und Anpassen von Clustern“ auf Seite 33

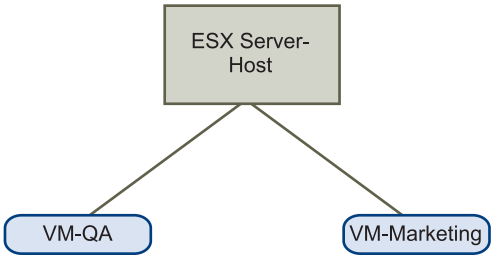
Anzeigen von Hostressourceninformationen

In diesem Abschnitt untersuchen Sie die Ressourcen des Hosts und erfahren, wie Sie die Benutzer der Ressourcen ausfindig machen.

HINWEIS Sie können viele der in diesem Kapitel beschriebenen Aufgaben auch durchführen, indem Sie einen VI-Client mit einem ESX Server-System oder einen VI Web Access-Client mit einem Server verbinden und verwenden.

Angenommen, der Systemadministrator eines kleinen Unternehmens hat zwei virtuelle Maschinen, nämlich VM-QS und VM-Marketing, auf einem ESX Server-Host eingerichtet. Siehe Abbildung 1-1.

Abbildung 1-1. Einzelhost mit zwei virtuellen Maschinen

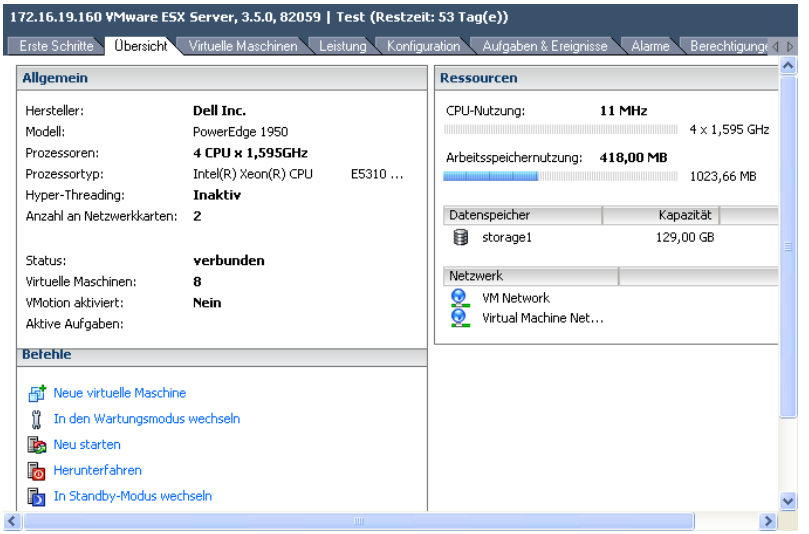


So zeigen Sie Informationen über einen Host an

1 Starten Sie einen VMware Infrastructure-Client (VI-Client), und verbinden Sie ihn mit einem VirtualCenter Server.

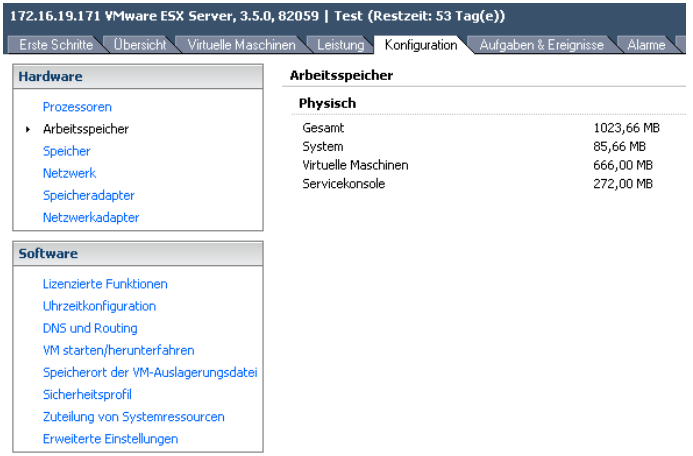
2 Wählen Sie in der Bestandsliste links den Host aus.
Bei Auswahl der Registerkarte **Zusammenfassung (Summary)** werden in den Fenstern folgende Hostinformationen angezeigt:

Fenster „Übersicht (Summary)“	Angezeigte Informationen
Fenster „Allgemein (General)“	Zeigt Informationen über Prozessoren, Prozessortyp usw. an.
Fenster „Befehle (Commands)“	Ermöglicht die Auswahl von Befehlen, die für den ausgewählten Host ausführbar sind.
Fenster „Ressourcen (Resources)“	Zeigt Informationen über die Gesamtressourcen des ausgewählten Hosts an. In diesem Fenster sind auch Informationen über die mit dem Host verbundenen Datenspeicher enthalten.



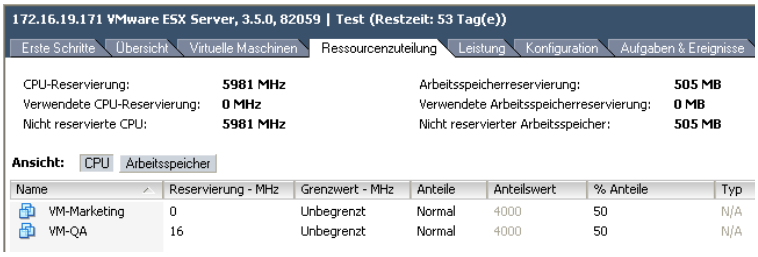
3 Wenn Sie detaillierte Informationen über den verfügbaren Arbeitsspeicher erhalten möchten, klicken Sie auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)** und anschließend auf **Arbeitsspeicher (Memory)**.
Im Fenster werden die Gesamtressourcen, die Belegung durch die virtuellen

Maschinen sowie der Anteilswert angezeigt, der von der Servicekonsole genutzt wird (nur ESX Server 3).



Der durch die virtuellen Maschinen nutzbare physische Arbeitsspeicher ist stets geringer als der im physischen Host vorhandene Arbeitsspeicher, da die Virtualisierungsschicht einen gewissen Anteil der Ressourcen verbraucht. So kann beispielsweise ein Host mit einer dualen 3,2-GHz-CPU und einem 2-GB-Arbeitsspeicher den virtuellen Maschinen eine CPU-Leistung von 6 GHz und einen Arbeitsspeicher von 1,5 GB für deren Verwendung zur Verfügung stellen.

4 Wenn Sie ausführlichere Informationen darüber erhalten möchten, wie die beiden virtuellen Maschinen die Hostressourcen nutzen, klicken Sie auf die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)**.



Hier werden die **CPU-Reservierung (CPU Reservation)** und die **Arbeitsspeicherreservierung (Memory Reservation)** angezeigt, welcher Anteil der Reservierung genutzt und welcher verfügbar ist.

HINWEIS In der gezeigten Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** werden keine virtuellen Maschinen ausgeführt, sodass keinerlei CPU oder Arbeitsspeicher genutzt wird. Sie werden diese Registerkarte später erneut öffnen, nachdem eine virtuelle Maschine eingeschaltet wurde.

In den Feldern werden folgende Informationen angezeigt:

Feld	Beschreibung
CPU-Reservierung (CPU Reservation)	Für diesen Host insgesamt verfügbare CPU-Ressourcen.
Genutzte CPU-Reservierung (CPU Reservation Used)	CPU-Gesamtressourcen dieses Hosts, die durch ausgeführte virtuelle Maschinen reserviert wurden. **Hinweis**: Nicht eingeschaltete virtuelle Maschinen verbrauchen auch keine CPU-Ressourcen. Für die eingeschalteten virtuellen Maschinen reserviert das System, je nach Reservierungseinstellung der einzelnen virtuellen Maschinen, CPU-Ressourcen.
Ungenutzte CPU-Reservierung (CPU Reservation Unused)	CPU-Gesamtressourcen dieses Hosts, die derzeit nicht reserviert sind. Gehen wir von einer virtuellen Maschine mit einer Reservierung von 2 GHz aus, die sich vollständig im Leerlauf befindet. Es sind zwar 2 GHz reserviert, diese Reservierung wird tatsächlich jedoch nicht genutzt. ■ Diese 2 GHz *können nicht* durch andere virtuelle Maschinen reserviert werden. ■ Beachten Sie jedoch, dass diese 2 GHz sehr wohl durch andere virtuelle Maschinen *genutzt* werden können, d. h. im Leerlauf befindliche CPU-Reservierungen werden nicht vergeudet.
Arbeitsspeicher-reservierung (Memory Reservation)	Für diesen Host insgesamt verfügbare Arbeitsspeicherressourcen. Wenn eine virtuelle Maschine über eine Arbeitsspeicherreservierung verfügt, diese jedoch noch nicht voll ausgeschöpft hat, kann der nicht genutzte Arbeitsspeicher anderen virtuellen Maschinen zugeteilt werden.

Feld	Beschreibung
Genutzte Arbeitsspeicher-reservierung (Memory Reservation Used)	Gesamtarbeitsspeicherressourcen dieses Hosts, die durch eine virtuelle Maschine und Virtualisierungs-Overhead reserviert sind. **Hinweis**: Nicht eingeschaltete virtuelle Maschinen verbrauchen auch keine Arbeitsspeicherressourcen. Für die eingeschalteten virtuellen Maschinen reserviert das System, je nach Reservierungseinstellung der einzelnen virtuellen Maschinen und Overhead, Arbeitsspeicherressourcen. Nachdem eine virtuelle Maschine die zugehörige Reservierung voll ausgeschöpft hat, behält die virtuelle Maschine den Arbeitsspeicher. ESX Server fordert den Arbeitsspeicher selbst dann nicht zurück, wenn sich die virtuelle Maschine im Leerlauf befindet und nicht auf den Arbeitsspeicher zugreift.
Ungenutzte Speicherreservierung (Memory Reservation Unused)	Gesamtarbeitsspeicherressourcen dieses Hosts, die derzeit nicht reserviert sind.

5 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Arbeitsspeicher (Memory)** oder **CPU**, je nachdem, welche Informationen Sie anzeigen möchten.

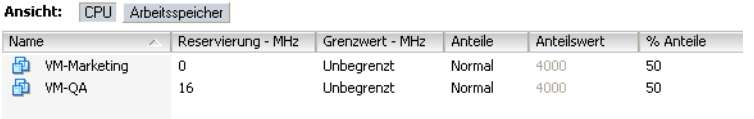


Tabelle 1-1. Attribute virtueller Maschinen

Feld	Beschreibung
Name	Name der virtuellen Maschine.
Reservierung – MHz/MB (Reservation – MHz/MB)	Für diese virtuelle Maschine reservierte CPU- oder Arbeitsspeicherkapazität. Standardmäßig wird keine Reservierung festgelegt, und der angezeigte Wert lautet **0**. Siehe „Reservierung“ auf Seite 23.
Grenzwert (Limit)	Als Obergrenze für diese virtuelle Maschine festgelegter CPU- oder Arbeitsspeicheranteil. Standardmäßig wird keine Grenze festgelegt, und der angezeigte Wert lautet auf **Unbegrenzt (Unlimited)**. Siehe „Grenzwert“ auf Seite 23.
Anteile (Shares)	Für diese virtuelle Maschine festgelegte Anteile. Jede virtuelle Maschine hat proportional zu ihren festgelegten Anteilen – und je nach Reservierung und Grenzwert – einen Anspruch auf Ressourcen. Eine virtuelle Maschine, deren Anteile doppelt so hoch sind wie die einer anderen virtuellen Maschine, hat auch einen Anspruch auf doppelt so viele Ressourcen. Der standardmäßige Anteilswert lautet **Normal**. Siehe „Anteile“ auf Seite 22.
Anteilswert (Shares Value)	Anzahl der Anteile, die dieser virtuellen Maschine zugeteilt wurden.
% Anteile (% Shares)	Prozentsatz der Anteile, die dieser virtuellen Maschine zugeteilt wurden.
Typ (Type)	Bei Ressourcenpools entweder **Erweiterbar (Expandable)** oder **Fest (Fixed)**. Siehe „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 31.

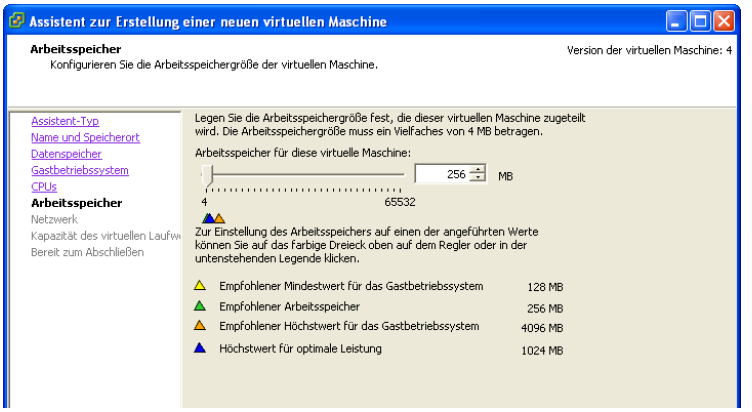
Grundlegendes zur Ressourcenzuteilung bei virtuellen Maschinen

Bei der Erstellung einer virtuellen Maschine werden Sie durch den Assistenten zum Erstellen neuer virtueller Maschinen aufgefordert, die Arbeitsspeichergröße der virtuellen Maschine festzulegen. Diese Arbeitsspeichergröße entspricht der

Arbeitsspeichergröße, die in einer physischen Maschine installiert ist.

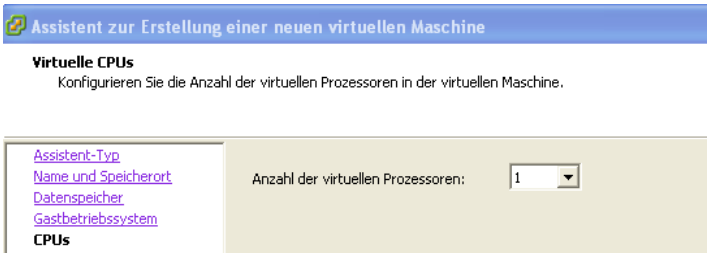
HINWEIS Der ESX Server-Host stellt diesen Arbeitsspeicher den virtuellen Maschinen zur Verfügung. Der Host teilt die per Reservierung festgelegte MB-Anzahl direkt der virtuellen Maschine zu. Alles, was über die Reservierung hinausgeht, wird mithilfe der physischen Ressourcen des Hosts zugewiesen, oder – falls keine physischen Ressourcen verfügbar sind – durch Anwendung eines speziellen Verfahrens, wie z. B. des Ballooning- oder Auslagerungsverfahrens. Siehe „Arbeitsspeicherabruf durch ESX Server-Hosts“ auf Seite 167.

Abbildung 1-2. Arbeitsspeicherkonfiguration einer virtuellen Maschine


Assistent zur Erstellung einer neuen virtuellen Maschine
Arbeitsspeicher
Konfigurieren Sie die Arbeitsspeichergröße der virtuellen Maschine.
Version der virtuellen Maschine: 4
Assistent-Typ
Name und Speicherort
Datenspeicher
Gastbetriebssystem
CPUs
Arbeitsspeicher
Netzwerk
Kapazität des virtuellen Laufw
Bereit zum Abschließen
Legen Sie die Arbeitsspeichergröße fest, die dieser virtuellen Maschine zugeteilt wird. Die Arbeitsspeichergröße muss ein Vielfaches von 4 MB betragen.
Arbeitsspeicher für diese virtuelle Maschine:
256
MB
4
65532
Zur Einstellung des Arbeitsspeichers auf einen der angeführten Werte können Sie auf das farbige Dreieck oben auf dem Regler oder in der untenstehenden Legende klicken.
Empfohlener Mindestwert für das Gastbetriebssystem 128 MB
Empfohlener Arbeitsspeicher 256 MB
Empfohlener Höchstwert für das Gastbetriebssystem 4096 MB
Höchstwert für optimale Leistung 1024 MB

Das System fordert den Benutzer außerdem auf, die Anzahl der virtuellen Prozessoren (CPUs) festzulegen, falls das gewählte Betriebssystem mehr als eine CPU unterstützt.

Abbildung 1-3. Konfiguration der virtuellen CPU-Ressourcen



Wenn CPU-Ressourcen mehrfach vergeben werden, teilt der ESX Server-Host die Zeitscheiben der physischen Prozessoren unter den virtuellen Maschinen auf, sodass jede virtuelle Maschine so ausgeführt wird, als würde sie über die festgelegte Anzahl an Prozessoren verfügen.

Führt ein ESX Server-Host mehrere virtuelle Maschinen aus, so teilt er jeder virtuellen Maschine einen gleichmäßigen Anteil der physischen Ressourcen zu. Bei Verwendung der Standardeinstellungen für die Ressourcenzuteilung erhalten alle mit einem bestimmten Host verknüpften virtuellen Maschinen folgende Ressourcen:

- Einen gleichen CPU-Anteil pro virtueller CPU. D. h. einer virtuellen Maschine mit nur einem Prozessor werden nur halb so viele Ressourcen zugewiesen wie einer virtuellen Maschine mit zwei Prozessoren.
- Ein gleicher Anteil pro MB der virtuellen Arbeitsspeichergröße. D. h. eine virtuelle 8-GB-Maschine hat einen Arbeitsspeicheranspruch, der achtmal so hoch ist wie der einer virtuellen 1-GB-Maschine.

Reservieren von Hostressourcen

In bestimmten Situationen ist es für Systemadministratoren hilfreich zu wissen, dass ein bestimmter Speicheranteil für eine virtuelle Maschine direkt von den physischen Ressourcen der ESX Server-Maschine stammt. Ebenso möchte der Administrator möglicherweise garantieren, dass eine bestimmte virtuelle Maschine grundsätzlich einen höheren Prozentsatz der physischen Ressourcen erhält als andere virtuelle Maschinen.

Über die Attribute der einzelnen virtuellen Maschinen können Sie physische Ressourcen des Hosts reservieren. Dies wird im nächsten Abschnitt erörtert.

HINWEIS In den meisten Fällen können Sie die Standardeinstellungen übernehmen. Informationen darüber, wie Sie benutzerdefinierte Ressourcenzuteilungen optimal nutzen, finden Sie in Kapitel 11, „Empfohlene Vorgehensweisen“, auf Seite 193.

Attribute virtueller Maschinen: Anteile, Reservierung und Grenzwerte

Für jede virtuelle Maschine können Sie einen Anteilswert, die Reservierung (Minimum) und einen Grenzwert (Maximum) festlegen. In diesem Abschnitt wird erläutert, wie sich die Festlegung dieser Attribute auswirkt.

Anteile

Anteile geben die relative Priorität oder Wichtigkeit einer virtuellen Maschine an. Wenn eine virtuelle Maschine über doppelt so viele Anteile einer Ressource wie eine andere virtuelle Maschine verfügt, dann ist sie berechtigt, auch doppelt so viele Ressourcen zu verbrauchen. Anteile werden üblicherweise mit den Einstellungen **Hoch (High)**, **Normal** oder **Niedrig (Low)**, und diese Werte geben den Anteilswert mit einem Verhältnis von 4:2:1 an. Sie können auch die Einstellung **Benutzerdefiniert (Custom)** auswählen, um jeder virtuellen Maschine eine bestimmte Anzahl an Anteilen zuzuweisen und damit eine proportionale Gewichtung zu erreichen.

Das Festlegen von Anteilen macht nur in Bezug auf hierarchisch gleichwertige virtuelle Maschinen oder Ressourcenpools Sinn, also bei virtuellen Maschinen oder Ressourcenpools, die innerhalb der Ressourcenpoolhierarchie über denselben übergeordneten Ressourcenpool verfügen. Hierarchisch gleichwertige Elemente teilen sich Ressourcen auf der Basis ihrer relativen Anteilswerte, die an die Reservierung und die Grenzwerte geknüpft sind. Erläuterungen zur Hierarchie sowie Konzepte der hierarchischen Gleichwertigkeit finden Sie unter „Was sind Ressourcenpools?“ auf Seite 50.

Wenn einer virtuellen Maschine Anteile zugewiesen werden, wird dadurch stets die relative Priorität dieser virtuellen Maschine festgelegt.

CPU- und Arbeitsspeicheranteile werden standardmäßig wie folgt vergeben:

- **Hoch (High)** – 2000 Anteile pro CPU und 20 Anteile pro MB an virtuellem Maschinenarbeitsspeicher
- **Normal** – 1000 Anteile pro CPU und 10 Anteile pro MB an virtuellem Maschinenarbeitsspeicher
- **Niedrig (Low)** – 500 Anteile pro CPU und 5 Anteile pro MB an virtuellem Maschinenarbeitsspeicher

Sie können auch einen benutzerdefinierten Anteilswert festlegen.

So verfügt beispielsweise eine virtuelle SMP-Maschine mit zwei virtuellen CPUs und einem 1 GB RAM, deren CPU- und Speicheranteile auf **Normal** eingestellt sind, über 2 x 1000 = 2000 CPU-Anteile und 10 x 1024 = 10240 Arbeitsspeicheranteile.

HINWEIS Virtuelle Maschinen mit mehr als einer virtuellen CPU werden als virtuelle SMP-Maschinen bezeichnet (Symmetric Multiprocessing).

Die durch die einzelnen Anteile dargestellte Menge an Ressourcen ändert sich, sobald eine neue virtuelle Maschine eingeschaltet wird. Der Einschaltvorgang wirkt sich auf alle virtuellen Maschinen im Ressourcenpool aus. Beispiel:

- Zwei virtuelle Maschinen werden auf einem Host mit 8 GHz ausgeführt. Die CPU-Anteile sind auf **Normal** eingestellt und erhalten jeweils 4 GHz.
- Jetzt wird eine dritte virtuelle Maschine eingeschaltet. Der CPU-Anteilswert ist auf **Hoch (High)** eingestellt, was bedeutet, dass die virtuelle Maschine doppelt so viele Anteile erhalten sollte wie die Maschinen, deren Einstellung **Normal** lautet. Die neue virtuelle Maschine erhält demnach 4 GHz, die beiden anderen virtuellen Maschinen jeweils nur 2 GHz. Beachten Sie, dass das gleiche Ergebnis erzielt wird, wenn der Benutzer einen benutzerdefinierten Anteilswert von 2.000 für die dritte virtuelle Maschine festlegt.

Reservierung

Durch die Reservierung wird die garantierte Reservierung einer virtuellen Maschine festgelegt. Der Server lässt das Einschalten einer virtuellen Maschine nur dann zu, wenn die CPU- und Arbeitsspeicherreservierung verfügbar ist. Der Server garantiert diese Menge auch bei einem stark ausgelasteten physischen Server. Die Reservierung wird in konkreten Einheiten ausgedrückt (MHz oder MB). Wenn Ressourcen nicht genutzt werden, stellt sie der ESX Server-Host anderen virtuellen Maschinen zur Verfügung.

Angenommen, Sie verfügen über 2 GHz und legen für VM1 eine Reservierung von 1 GHz und für VM2 eine Reservierung von 1 GHz fest. Jetzt erhält jede virtuelle Maschine garantiert 1 GHz, sofern erforderlich. Wenn VM1 jedoch nur 500 MHz benötigt, kann VM2 1,5 GHz belegen.

Die Standardeinstellung für die Reservierung ist 0. Es bietet sich an, eine Reservierung festzulegen, um zu garantieren, dass die benötigte CPU- oder Arbeitsspeichermenge garantiert und jederzeit für die virtuelle Maschine verfügbar ist.

Grenzwert

Durch den Grenzwert wird eine Obergrenze für die CPU oder den Arbeitsspeicher einer virtuellen Maschine festgelegt. Ein Server kann einer virtuellen Maschine mehr Ressourcen zuteilen als die Reservierung vorsieht, der festgelegte Grenzwert kann jedoch selbst dann nicht überschritten werden, wenn eine nicht genutzte CPU oder ungenutzter Arbeitsspeicher im System vorhanden ist. Der Grenzwert wird in konkreten Einheiten ausgedrückt (MHz oder MB).

Die Standardeinstellung für den Grenzwert von CPU und Arbeitsspeicher lautet **Unbegrenzt (Unlimited)**. Bei Auswahl dieser Einstellung wird die Menge des Arbeitsspeichers, die bei der Erstellung der virtuellen Maschine konfiguriert wurde, in den meisten Fällen implizit zum Grenzwert.

In der Regel ist es nicht erforderlich, einen Grenzwert festzulegen. Es gibt in diesem Zusammenhang sowohl Vorteile als auch Nachteile:

- **Vorteile** – Das Zuweisen eines Grenzwerts kann sich als nützlich erweisen, wenn Sie mit wenigen virtuellen Maschinen starten und die Benutzeranforderungen steuern möchten. Mit dem Hinzufügen weiterer virtueller Maschinen wird sich die Leistung etwas verschlechtern. Durch Festlegen eines Grenzwerts können Sie das Vorhandensein einer geringeren Anzahl verfügbarer Ressourcen simulieren.
- **Nachteile** – Durch Festlegen eines Grenzwerts vergeuden Sie möglicherweise im Leerlauf befindliche Ressourcen. Das System lässt nicht zu, dass virtuelle Maschinen Ressourcen nutzen, die über den für sie festgelegten Grenzwert hinausgehen, auch wenn das System nicht voll ausgelastet ist und die im Leerlauf befindlichen Ressourcen verfügbar sind. Geben Sie nur dann einen Grenzwert an, wenn es hierfür gute Gründe gibt.

Zugangssteuerung

Beim Einschalten einer virtuellen Maschine überprüft das System, wie viele CPU- und Arbeitsspeicherressourcen noch nicht reserviert wurden. Auf Grundlage der verfügbaren, nicht reservierten Ressourcen bestimmt das System, ob es die für die virtuelle Maschine konfigurierte Reservierung (falls vorhanden) garantieren kann. Dieser Vorgang wird als *Zugangssteuerung* bezeichnet.

Sofern genügend nicht reservierte CPU- und Arbeitsspeicherressourcen verfügbar sind, oder wenn keine Reservierung vorliegt, wird die virtuelle Maschine eingeschaltet. Ansonsten wird eine Warnmeldung über `Unzureichende Ressourcen` angezeigt.

HINWEIS Zusätzlich zu der benutzerdefinierten Arbeitsspeicherreservierung wird jeder virtuellen Maschine eine gewisse Menge an Overhead-Arbeitsspeicher zugewiesen. Diese zusätzliche Arbeitsspeichervergabe ist in der Berechnung der Zugangssteuerung enthalten. Siehe „Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead“ auf Seite 162.

Wenn die experimentelle DPM-Funktion (Distributed Power Management) aktiviert ist, können Hosts in den Standby-Modus versetzt werden (ausgeschaltet werden), um den Stromverbrauch zu senken. Die ungenutzten reservierten Ressourcen dieser Hosts werden im Rahmen der Zugangssteuerung als verfügbar betrachtet. Wenn eine virtuelle Maschine ohne diese Ressourcen nicht eingeschaltet werden kann, wird eine Empfehlung ausgegeben, Standby-Hosts in ausreichender Zahl einzuschalten. Siehe „Verteilte Energieverwaltung“ auf Seite 82.

Ändern von Attributen virtueller Maschinen

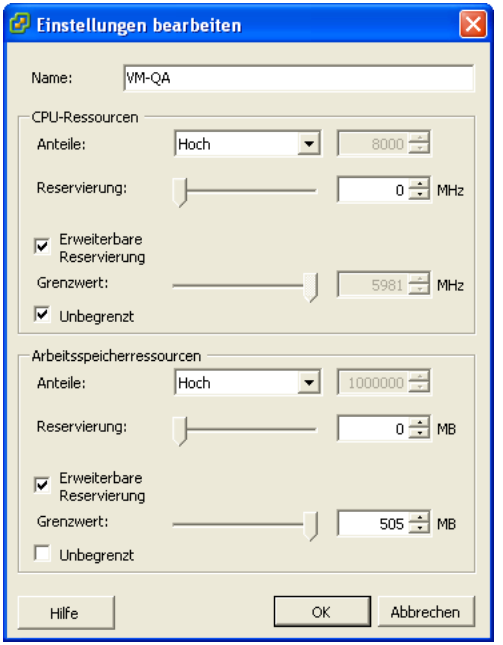
Weiter vorne in diesem Kapitel haben Sie Hosts und virtuelle Maschinen sowie deren Ressourcenzuteilung angezeigt. Für die virtuellen Maschinen wurden jedoch keine Anteilswerte, Reservierungen und Grenzwerte festgelegt. Gehen wir in diesem Beispiel von Folgendem aus:

- Die virtuelle QS-Maschine ist arbeitsspeicherintensiv. Sie möchten deshalb festlegen, dass die VM zur Qualitätssicherung (VM-QS) im Falle einer Mehrfachvergabe des Systemarbeitsspeichers doppelt so viele Arbeitsspeicher- und CPU-Ressourcen nutzen kann wie die virtuelle Maschine der Marketing-Abteilung (VM-Marketing). Legen Sie die Arbeitsspeicher- und CPU-Anteile auf **Hoch (High)** fest.
- Sie möchten sicherstellen, dass die virtuelle Maschine der Marketing-Abteilung über eine bestimmte Menge an garantierten CPU-Ressourcen verfügt. Dies können Sie über eine Reservierungseinstellung erreichen.

So bearbeiten Sie die Ressourcenzuteilung einer virtuellen Maschine

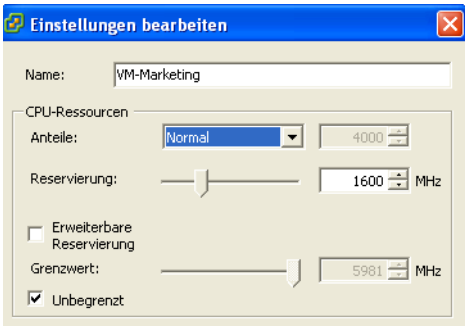
1. Starten Sie einen VI-Client, und verbinden Sie ihn mit einem VirtualCenter Server.
2. Wählen Sie den Host im Bestandslistenfenster aus, und klicken Sie auf die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)**.
3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **VM-QS**, also die virtuelle Maschine, deren Anteile Sie ändern möchten, und wählen Sie die Option **Ressourceneinstellungen bearbeiten (Edit Resource Settings)** aus.
4. Wählen Sie im Fenster **CPU-Ressourcen (CPU Resources)** im Dropdownmenü **Anteile (Shares)** die Option **Hoch (High)** aus.

5 Wiederholen Sie diese Schritte im Fenster **Arbeitsspeicherressourcen (Memory Resources)**, und klicken Sie anschließend auf **OK**.



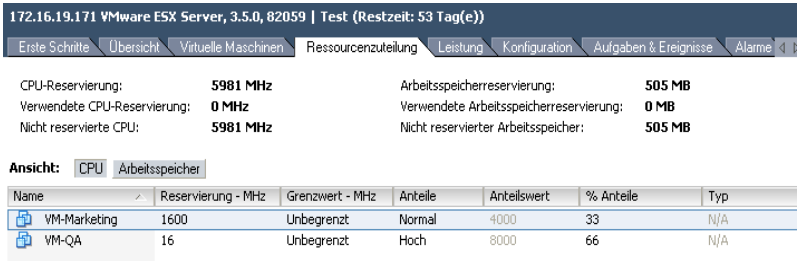
6 Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die virtuelle Maschine der Marketing-Abteilung (**VM-Marketing**).

7 Bewegen Sie den Schieberegler im Feld **Reservierung (Reservation)** auf die gewünschte Zahl, und klicken Sie anschließend auf **OK**.



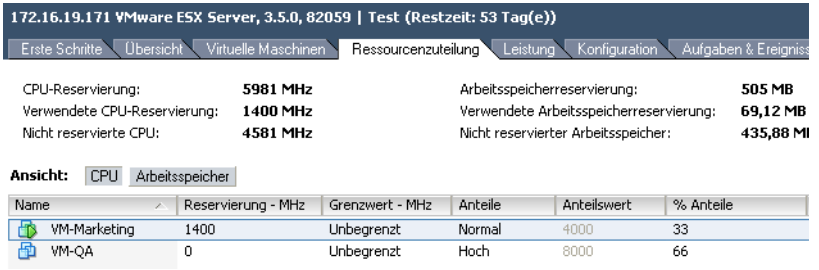
8 Wenn Sie fertig sind, klicken Sie auf **OK**.

9 Wenn Sie jetzt die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** des Hosts auswählen und auf **CPU** klicken, sehen Sie, dass die Anteile für die virtuelle Maschine für die Qualitätssicherung (**VM-QS**) doppelt so hoch sind wie die der anderen virtuellen Maschine.


172.16.19.171 VMware ESX Server, 3.5.0, 82059 | Test (Restzeit: 53 Tag(e))
Erste Schritte
Übersicht
Virtuelle Maschinen
Ressourcenzuteilung
Leistung
Konfiguration
Aufgaben & Ereignisse
Alarme
CPU-Reservierung: 5981 MHz
Verwendete CPU-Reservierung: 0 MHz
Nicht reservierte CPU: 5981 MHz
Arbeitsspeicherreservierung: 505 MB
Verwendete Arbeitsspeicherreservierung: 0 MB
Nicht reservierter Arbeitsspeicher: 505 MB
Ansicht: CPU Arbeitsspeicher
Name Reservierung - MHz Grenzwert - MHz Anteile Anteilswert % Anteile Typ
VM-Marketing 1600 Unbegrenzt Normal 4000 33 N/A
VM-QA 16 Unbegrenzt Hoch 8000 66 N/A

Beachten Sie, dass sich die Felder **Genutzte Reservierung (Reservation Used)** nicht geändert haben, da die virtuellen Maschinen nicht eingeschaltet wurden.

10 Schalten Sie **VM-Marketing** ein, und beobachten Sie, wie sich die Felder **Genutzte Reservierung (CPU Reservation Used)** und **Ungenutzte CPU-Reservierung (CPU Unreserved)** ändern.


172.16.19.171 VMware ESX Server, 3.5.0, 82059 | Test (Restzeit: 53 Tag(e))
Erste Schritte
Übersicht
Virtuelle Maschinen
Ressourcenzuteilung
Leistung
Konfiguration
Aufgaben & Ereigniss
CPU-Reservierung: 5981 MHz
Verwendete CPU-Reservierung: 1400 MHz
Nicht reservierte CPU: 4581 MHz
Arbeitsspeicherreservierung: 505 MB
Verwendete Arbeitsspeicherreservierung: 69,12 MB
Nicht reservierter Arbeitsspeicher: 435,88 MI
Ansicht: CPU Arbeitsspeicher
Name Reservierung - MHz Grenzwert - MHz Anteile Anteilswert % Anteile
VM-Marketing 1400 Unbegrenzt Normal 4000 33
VM-QA 0 Unbegrenzt Hoch 8000 66

Erstellen und Anpassen von Ressourcenpools

Mit zunehmendem Wachstum der Organisationen können diese sich schnellere und bessere Systeme leisten und den verschiedenen Abteilungen mehr Ressourcen zuweisen. In diesem Abschnitt erfahren Sie, wie Sie mithilfe von Ressourcenpools die Ressourcen eines Hosts aufteilen. Ressourcenpools können auch in Zusammenhang mit VMware-Clustern verwendet werden, nämlich um die Ressourcen aller Hosts eines Clusters als einen Ressourcenpool zu verwalten.

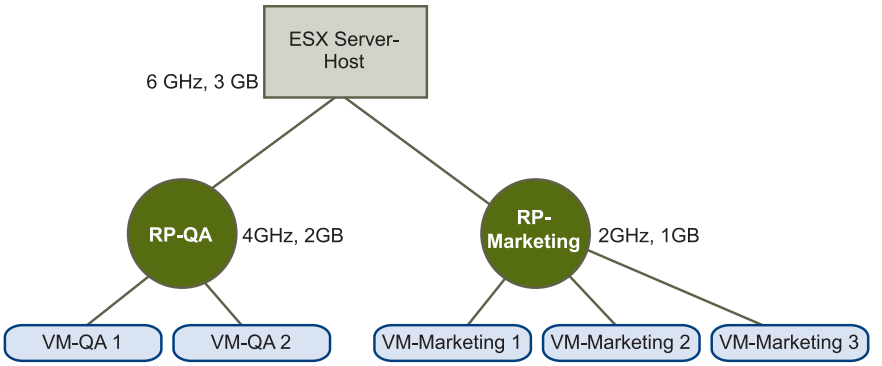
Bei der Erstellung eines Ressourcenpools legen Sie folgende Attribute fest:

- Reservierung, Grenzwert und Anteile funktionieren genau wie bei virtuellen Maschinen. Siehe „Ändern von Attributen virtueller Maschinen“ auf Seite 25.
- Mithilfe des Attributs **Reservierungstyp (Reservation Type)** können Sie den Ressourcenpool so einrichten, dass er verfügbare Ressourcen des ihm übergeordneten Ressourcenpools reservieren kann, falls er lokal nicht über ausreichende Ressourcen verfügt. Siehe „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 31.

Angenommen, Sie möchten den Abteilungen Qualitätssicherung (QS) und Marketing nicht mehr je eine virtuelle Maschine, sondern jeweils eine vordefinierte Menge an Ressourcen zuweisen. Je nach Anforderungen der jeweiligen Abteilung kann der Administrator virtuelle Maschinen für die Abteilung erstellen.

Starten wir beispielsweise mit einem Host, der eine CPU von 6 GHz und einen Speicher von 3 GB zur Verfügung stellt. Sie könnten dann die Anteilszuteilung für den Ressourcenpool der Abteilung Qualitätssicherung (RP-QS) auf **Hoch (High)** und für den Ressourcenpool der Marketing-Abteilung (RP-Marketing) auf **Normal** setzen. Dies führt dann ungefähr zu einem Speicher von 4 GHz und 2 GB für RP-QS und einem Speicher von 2 GHz und 1 GB für RP-Marketing. Diese Ressourcen sind anschließend für die virtuellen Maschinen im jeweiligen Ressourcenpool verfügbar. Siehe Abbildung 1-4.

Abbildung 1-4. ESX Server-Host mit zwei Ressourcenpools

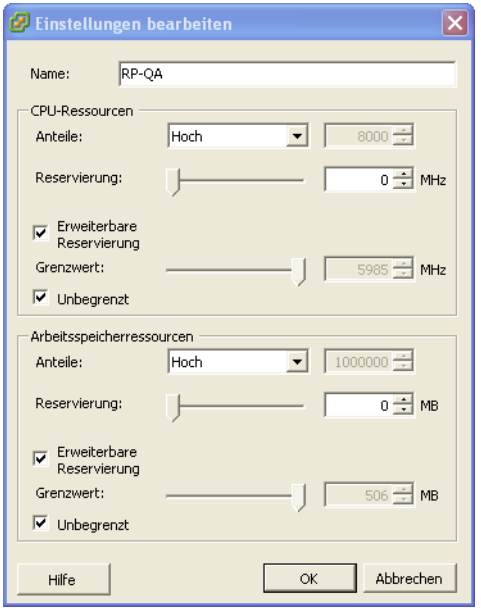


So erstellen Sie Ressourcenpools und passen diese an

1. Starten Sie einen VI-Client, und verbinden Sie ihn mit einem VirtualCenter Server.
2. Wählen Sie im Bestandslistenfenster links einen Host und im Fenster **Befehle (Commands)** auf der rechten Seite die Option **Neuer Ressourcenpool (New Resource Pool)** aus.

3 Geben Sie im anschließend angezeigten Dialogfeld **Ressourcenpool erstellen (Create Resource Pool)** einen Namen für den Ressourcenpool ein (z. B. RP-QS).

4 Legen Sie für die **Anteile (Shares)** die Option **Hoch (High)** fest, und zwar sowohl für die CPU- als auch die Arbeitsspeicherressourcen von RP-QS.



5 Erstellen Sie nun einen zweiten Ressourcenpool namens RP-Marketing:

a Übernehmen Sie die Anteilseinstellung **Normal** für CPU- und Arbeitsspeicherressourcen.

b Legen Sie sowohl für die CPU- als auch die Arbeitsspeicherressourcen eine **Reservierung (Reservation)** fest.

c Klicken Sie zum Beenden auf **OK**.

6 Wählen Sie den Host im Bestandslistenfenster aus, und klicken Sie auf die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)**.

Die Ressourcenpools wurden zur Anzeige hinzugefügt. Im oberen Fenster wurde die Reservierung für den zweiten Ressourcenpool vom Wert der nicht reservierten Ressourcen subtrahiert. Im zweiten Fenster sind nun

Ressourcenpoolinformationen, einschließlich der Angabe des Ressourcenpooltyps, verfügbar.

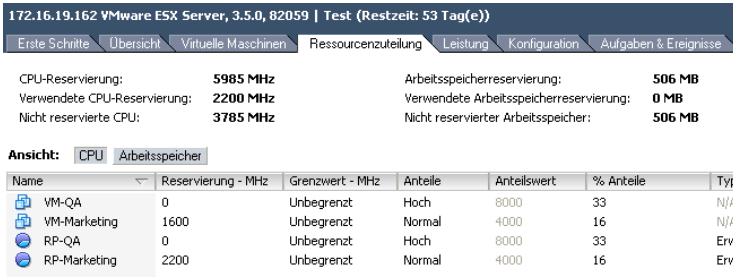


Tabelle 1-2 enthält eine Zusammenfassung der Werte, die Sie für einen Ressourcenpool festlegen können.

Tabelle 1-2. Ressourcenpoolattribute

Feld	Beschreibung
CPU-Anteile (CPU Shares) **Arbeits-speicheranteile (Memory Shares)**	Ermöglicht die Festlegung der Anteile für diesen Ressourcenpool. Die grundlegenden Prinzipien sind dieselben wie bei virtuellen Maschinen. Siehe „Anteile“ auf Seite 22.
Reservierung (Reservation)	Zeigt die CPU- oder Arbeitsspeichergröße an, die der Host für diesen Ressourcenpool reserviert. Die Standardeinstellung lautet **0**. Eine Reservierung ungleich Null wird von den nicht reservierten Ressourcen des übergeordneten Hosts oder Ressourcenpools subtrahiert. Die Ressourcen werden als reserviert betrachtet, auch wenn keine virtuellen Maschinen mit dem Ressourcenpool verknüpft sein sollten.

Tabelle 1-2. Ressourcenpoolattribute (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
Erweiterbare Reservierung (Expandable reservation)	Falls dieses Kontrollkästchen aktiviert ist (Standardeinstellung) und der Ressourcenpool eine Reservierung vornehmen muss, die über seine eigene Reservierung hinausgeht (z. B. um eine virtuelle Maschine einzuschalten), kann der Ressourcenpool die Ressourcen des übergeordneten Ressourcenpools nutzen und reservieren. Siehe „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 31.
Grenzwert (Limit)	Zeigt die Obergrenze für CPU und Arbeitsspeicher an, die der Host dem ausgewählten Ressourcenpool zuweist. Die Standardeinstellung lautet **Unbegrenzt (Unlimited)**. Durch diese Standardeinstellung wird die Vergeudung von Leerlaufressourcen vermieden. Wenn Sie eine andere Grenze festlegen möchten, deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **Unbegrenzt (Unlimited)**. Ressourcenpoolgrenzwerte sind beispielsweise dann sinnvoll, wenn Sie einem Gruppenadministrator eine bestimmte Menge an Ressourcen zuweisen möchten. Der Gruppenadministrator kann dann je nach Bedarf virtuelle Maschinen für seine Gruppe erstellen, dabei jedoch nie mehr Ressourcen nutzen, als durch den Grenzwert festgelegt wurde.

Nach der Erstellung eines Ressourcenpools können virtuelle Maschinen hinzugefügt werden. Die Anteile einer virtuellen Maschine sind relativ zu anderen virtuellen Maschinen (oder Ressourcenpools) mit demselben übergeordneten Ressourcenpool.

HINWEIS Nachdem Sie virtuelle Maschinen zum Ressourcenpool hinzugefügt haben, können Sie mithilfe der Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** des Ressourcenpools Informationen über reservierte und nicht reservierte Ressourcen anzeigen.

Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen

Die Funktionsweise erweiterbarer Reservierungen lässt sich am Besten anhand eines Beispiels nachvollziehen.

Gehen wir von folgendem Szenario aus (gezeigt in Abbildung 1-5):

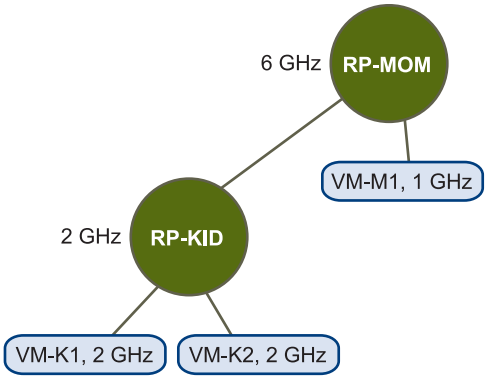
1. Der übergeordnete Pool RP-MAMA verfügt über eine Reservierung von 6 GHz und eine ausgeführte virtuelle Maschine VM-M1 mit einer Reservierung von 1 GHz.
2. Sie erstellen einen untergeordneten Ressourcenpool RP-KIND mit einer Reservierung von 2 GHz und der festgelegten Option **Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)**.

3 Sie fügen zwei virtuelle Maschinen, nämlich VM-K1 und VM-K2, mit einer Reservierung von je 2 GHz zum untergeordneten Ressourcenpool hinzu und versuchen, sie einzuschalten.

4 VM-K1 kann direkt von RP-KIND (mit 2 GHz) Ressourcen reservieren.

5 Für VM-K2 sind lokal keine Ressourcen verfügbar, weshalb diese virtuelle Maschine Ressourcen des übergeordneten Ressourcenpools RP-MAMA entleiht. RP-MAMA verfügt über 6 GHz minus 1 GHz (reserviert durch die virtuelle Maschine), minus 2 GHz (reserviert durch RP-KIND), sodass nicht reservierte Ressourcen von 3 GHz übrig bleiben. Mit den verfügbaren 3 GHz kann die virtuelle 2 GHz-Maschine eingeschaltet werden.

Abbildung 1-5. Zugangssteuerung bei erweiterbaren Ressourcenpools, Beispiel 1



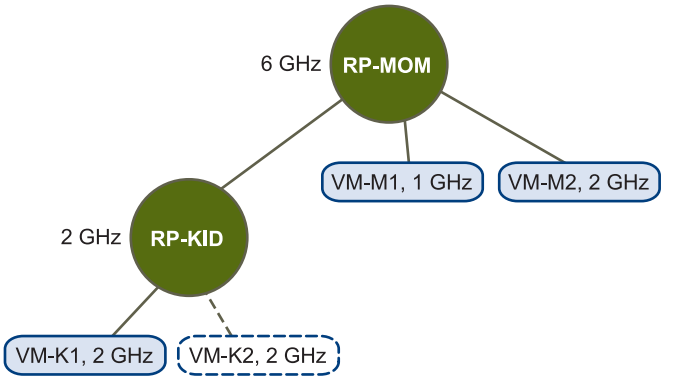
Betrachten wir nun ein anderes Szenario mit VM-M1 und VM-M2 (gezeigt in Abbildung 1-6):

1 Sie schalten in RP-MAMA zwei virtuelle Maschinen mit einer Gesamtreservierung von 3 GHz ein.

2 Sie können auch VM-K1 in RP-KIND einschalten, da lokal 2 GHz verfügbar sind.

3 Wenn Sie versuchen, VM-K2 einzuschalten, weist RP-KIND keine nicht reservierte CPU-Kapazität auf und muss den übergeordneten Ressourcenpool prüfen. RP-MAMA weist lediglich 1 GHz nicht reservierte Kapazität auf (5 GHz von RP-MAMA sind bereits in Verwendung: 3 GHz werden durch die lokalen virtuellen Maschinen reserviert, 2 GHz werden von RP-KIND reserviert). Als Ergebnis kann VM-K2 nicht eingeschaltet werden, da eine Reservierung von 2 GHz nicht möglich ist.

Abbildung 1-6. Zugangssteuerung bei erweiterbaren Ressourcenpools, Beispiel 2



Erstellen und Anpassen von Clustern

Im vorangegangenen Abschnitt haben Sie zwei Ressourcenpools eingerichtet, die sich die Ressourcen eines einzelnen Hosts geteilt haben. Ein Cluster besteht aus einer Gruppe von Hosts. Falls VMware DRS (Distributed Resource Scheduling) aktiviert ist, unterstützt der Cluster gemeinsam genutzte Ressourcenpools und führt für die virtuellen Maschinen des Clusters Platzierungen und einen dynamischen Lastenausgleich durch. Die experimentelle DPM-Funktion (Distributed Power Management) kann ebenfalls mit DRS aktiviert werden. Diese Funktion senkt den Stromverbrauch im Cluster, indem Empfehlungen gegeben werden, Hosts in den Standby-Modus zu versetzen, wenn ausreichend Überschusskapazität vorhanden ist. Falls VMware HA (High Availability) aktiviert ist, unterstützt der Cluster ein Failover. Bei einem Hostausfall werden dann alle verknüpften virtuellen Maschinen auf anderen Hosts neu gestartet.

HINWEIS Wenn Sie Clusterfunktionen verwenden möchten, müssen Sie über eine entsprechende Lizenz verfügen.

In diesem Abschnitt werden Sie Schritt für Schritt durch die Clustererstellung geführt, und Sie erhalten eine Erläuterung der grundlegenden Clusterfunktionen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Standardverhalten grundlegender Cluster.

Angenommen, Sie verfügen über einen Cluster, der aus drei physischen Hosts besteht. Jeder Host liefert 3 GHz und 1,5 GB, sodass insgesamt 9 GHz und 4,5 GB verfügbar sind. Wenn Sie den Cluster für DRS aktivieren, können Sie Ressourcenpools mit unterschiedlichen Reservierungen oder Anteilen erstellen, um die Zuteilung für Gruppen virtueller Maschinen zu steuern – beispielsweise nach Abteilung, Projekt oder Benutzer.

Bei DRS-fähigen Clustern platziert das System die virtuellen Maschinen auf den am besten geeigneten physischen Hosts (oder gibt Platzierungsempfehlungen aus), sobald die virtuellen Maschinen eingeschaltet werden. Das genaue Verhalten richtet sich nach der standardmäßigen Automatisierungsebene des Clusters oder dem Automatisierungsmodus der jeweiligen virtuellen Maschine.

So erstellen Sie einen Cluster und passen diesen an

1 Starten Sie einen VI-Client, und verbinden Sie ihn mit einem VirtualCenter Server.

2 Klicken Sie mit rechten Maustaste im linken Bestandslistenfenster auf ein Datencenter, und wählen Sie die Option **Neuer Cluster (New Cluster)** aus.

3 Benennen Sie den Cluster, und aktivieren Sie ihn für HA und DRS.

4 Behalten Sie für DRS die Standardeinstellung **Vollautomatisiert (Fully Automated)** bei.

5 Behalten Sie für VMware HA die Standardeinstellungen für Hostausfälle und Zugangssteuerung bei.

6 Wählen Sie eine geeignete Richtlinie für VM-Auslagerungsdateien.

7 Klicken Sie auf **Fertig stellen (Finish)**.
VirtualCenter Server erstellt einen neuen Cluster mit den festgelegten Attributen.

Ausführliche Informationen über die Funktionen DRS und HA sowie über verfügbare Attribute finden Sie in Kapitel 5, „Erstellen eines VMware-Clusters“, auf Seite 105.

Die nächste Aufgabe besteht darin, eine bestimmte Anzahl von Hosts zum Cluster hinzuzufügen. Die Verwendung von Clustern mit aktivierter DRS-Funktion macht auch dann Sinn, wenn der Cluster nur aus zwei Hosts besteht.

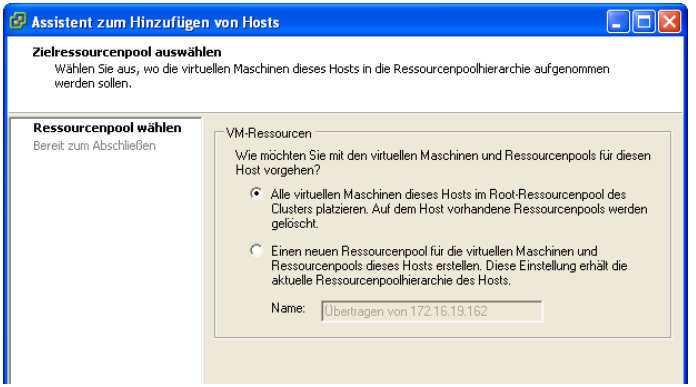
Ein für HA aktivierter Host kann maximal vier gleichzeitige Hostausfälle abfangen. In den folgenden Schritten erfahren Sie, wie Sie einen Host zu einem Cluster hinzufügen, der über denselben VirtualCenter Server verwaltet wird.

So fügen Sie einen Host zum Cluster hinzu

1 Wählen Sie im linken Fenster des VI-Clients den Host aus, und ziehen Sie ihn auf das Clustersymbol.

   Falls der Cluster für DRS aktiviert ist, werden Sie aufgefordert anzugeben, ob Sie die virtuellen Maschinen des Hosts direkt zum (nicht sichtbaren) Root-Ressourcenpool des Clusters hinzufügen möchten, oder ob Sie einen neuen Ressourcenpool erstellen möchten, um diesen Host abzubilden. Der Root-Ressourcenpool befindet sich an oberster Ebene und wird nicht angezeigt, da der Cluster Besitzer der Ressourcen ist.

Falls der Cluster nicht für DRS aktiviert ist, werden alle Ressourcenpools entfernt.


Assistent zum Hinzufügen von Hosts
Zielressourcenpool auswählen
Wählen Sie aus, wo die virtuellen Maschinen dieses Hosts in die Ressourcenpoolhierarchie aufgenommen werden sollen.
Ressourcenpool wählen
Bereit zum Abschließen
VM-Ressourcen
Wie möchten Sie mit den virtuellen Maschinen und Ressourcenpools für diesen Host vorgehen?
Alle virtuellen Maschinen dieses Hosts im Root-Ressourcenpool des Clusters platzieren. Auf dem Host vorhandene Ressourcenpools werden gelöscht.
Einen neuen Ressourcenpool für die virtuellen Maschinen und Ressourcenpools dieses Hosts erstellen. Diese Einstellung erhält die aktuelle Ressourcenpoolhierarchie des Hosts.
Name:
Übertragen von 172.16.19.162

2 Wählen Sie die geeignete Option aus.
Wenn Sie sich für die erste Option entscheiden, wird die Ressourcenpoolhierarchie des Hosts, den Sie gerade zum Cluster hinzufügen möchten, aufgehoben und alle Ressourcen durch den Cluster verwaltet. Wählen Sie die zweite Option aus, wenn Sie Ressourcenpools für den Host erstellt haben.

HINWEIS Wenn Sie einen Cluster mit aktivierter HA-Funktion verwenden, wird der Cluster möglicherweise mit einem roten Warnsymbol versehen, bis Sie genügend Hosts hinzugefügt haben, um die festgelegte Failover-Kapazität zu erfüllen. Siehe „Gültige, gelbe und rote Cluster“ auf Seite 96.

---

3 Markieren Sie den Cluster, und wählen Sie die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)**, um weitere Hosts hinzuzufügen und die Informationen zur Ressourcenzuteilung für den Cluster anzuzeigen.

Konzepte für die Ressourcenverwaltung 2

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Was sind Ressourcen?“ auf Seite 37
- „Grundlegendes zur Architektur von ESX Server“ auf Seite 40
- „Grundlegendes zur CPU- und Arbeitsspeichervirtualisierung“ auf Seite 44

Was sind Ressourcen?

Zu den Ressourcen zählen CPU-, Arbeitsspeicher-, Energie-, Festplatten- und Netzwerkressourcen. In diesem Handbuch liegt der Schwerpunkt hauptsächlich auf CPU- und Arbeitsspeicherressourcen. Energieressourcen lassen sich mit der experimentellen Distributed Power Management-Funktion verwalten. Siehe „Verteilte Energieverwaltung“ auf Seite 82. Informationen zu Festplatten- und Netzwerkressourcen finden Sie im *Handbuch zur Serverkonfiguration für ESX Server*.

Lieferanten und Verbraucher von Ressourcen

Innerhalb einer Virtual Infrastructure-Umgebung ist es sinnvoll, über Lieferanten und Verbraucher von Ressourcen nachzudenken.

Hosts und *Cluster* sind Lieferanten physischer Ressourcen.

Für Hosts bestehen die verfügbaren Ressourcen aus der Hardwarespezifikation des Hosts, abzüglich der von der Virtualisierungssoftware genutzten Ressourcen.

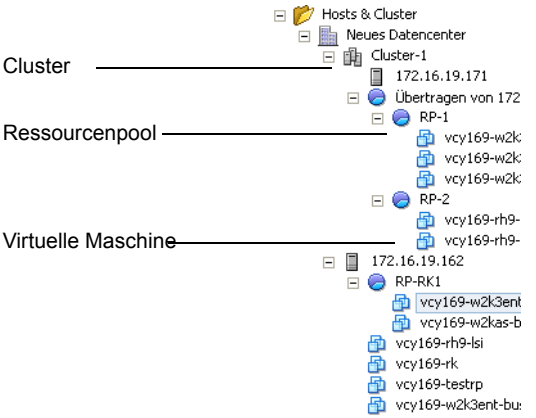
Ein Cluster ist eine Gruppe von Hosts. Mithilfe von VMware VirtualCenter können Sie einen Cluster erstellen und mehrere Hosts zu dem Cluster hinzufügen. VirtualCenter verwaltet die Ressourcen dieser Hosts gemeinsam: der Cluster besitzt sämtliche CPUs und den gesamten Arbeitsspeicher aller Hosts. Für den Cluster können die Funktionen für den gemeinsamen Lastenausgleich oder für Failover aktiviert werden. Eine Einführung zum Thema „Cluster“ finden Sie in Kapitel 4, „Grundlegendes zu Clustern“, auf Seite 71.

Ressourcenpools sind eine logische Abstraktion für eine flexible Verwaltung von Ressourcen. Ressourcenpools können in Hierarchien gruppiert werden. Sie können sowohl als Lieferanten als auch als Verbraucher von Ressourcen betrachtet werden. Ressourcenpools liefern Ressourcen für untergeordnete Ressourcenpools und virtuelle Maschinen. Darüber hinaus sind Ressourcenpools aber auch Verbraucher von Ressourcen, da sie ihre übergeordneten Ressourcen verbrauchen. Siehe Kapitel 3, „Grundlegendes zu Ressourcenpools und ihre Verwaltung“, auf Seite 49.

Bei *virtuellen Maschinen* handelt es sich um Ressourcenverbraucher. Bei den meisten Maschinen funktionieren die bei der Erstellung zugewiesenen Standardressourceneinstellungen einwandfrei. Die Einstellungen der virtuellen Maschine können später bearbeitet werden, um einen anteilsabhängigen Prozentsatz des Gesamtwertes von CPU und Arbeitsspeicher des Ressourcenlieferanten, oder eine garantierte CPU- und Arbeitsspeicherzuteilung zuzuweisen. Beim Einschalten der virtuellen Maschine überprüft der Server, ob ausreichend noch nicht reservierte Ressourcen verfügbar sind und ermöglicht das Einschalten, wenn dies der Fall ist. (Dieser Vorgang wird als *Zugangssteuerung* bezeichnet.)

Abbildung 2-1 zeigt, wie Cluster, Ressourcenpools und virtuelle Maschinen im VI-Client dargestellt werden.

Abbildung 2-1. Cluster, Ressourcenpools und virtuelle Maschinen im VI-Client



Ressourcenverwaltung mit ESX Server

Jede virtuelle Maschine verbraucht einen Teil der CPU-, Arbeitsspeicher- und Netzwerkbandbreiten- und Speicherressourcen des ESX Server-Hosts. Basierend auf einer Reihe von Faktoren, garantiert der Host jeder virtuellen Maschine ihren Anteil an den zugrunde liegenden Hardwareressourcen:

- Verfügbare Ressourcen für den ESX Server-Host (oder den Cluster).
- Werte für die Reservierung, Grenze und Anteile der virtuellen Maschine. Diese Attribute der virtuellen Maschine verfügen über Standardwerte, die allerdings für eine Anpassung der Ressourcenzuteilung geändert werden können. Siehe „Grundlegendes zur Ressourcenzuteilung bei virtuellen Maschinen“ auf Seite 19.
- Anzahl der eingeschalteten virtuellen Maschinen und ihre Ressourcennutzung.
- Werte für die Reservierung, Grenze und Anteile, die der Administrator den Ressourcenpools innerhalb der Ressourcenpoolhierarchie zugewiesen hat.
- Erforderlicher Overhead zum Verwalten der Virtualisierung.

Der Server verwaltet verschiedene Ressourcen unterschiedlich. Der Server verwaltet CPU- und Arbeitsspeicherressourcen auf Basis der insgesamt verfügbaren Ressourcen und den oben aufgeführten Faktoren.

Der Server verwaltet Netzwerk- und Festplattenressourcen bezogen auf den jeweiligen Host. Der VMware Server übernimmt Folgendes:

- Verwaltung von Festplattenressourcen über proportionale Anteilsvergabe.
- Steuerung der Netzwerkbandbreite durch Netzwerk-Traffic-Shaping.

HINWEIS Das *Handbuch zur Serverkonfiguration für ESX Server* ist die ideale Informationsquelle, wenn es um Festplatten- und Netzwerkressourcen geht. Im *SAN-Konfigurationshandbuch (für Fiber Channel)* und *SAN-Konfigurationshandbuch (für iSCSI)* finden Sie Hintergrund- und Installationsinformationen für die Verwendung von ESX Server mit SAN-Speicher.

Konfiguration von Ressourcen durch Administratoren

In vielen Fällen sind die vom System verwendeten Standardwerte bei der Erstellung einer virtuellen Maschine durchaus geeignet. In einigen Fällen ist es jedoch unter Umständen hilfreich, die virtuellen Maschinen anzupassen, um ihnen über das System entweder mehr oder weniger Ressourcen zuzuteilen.

Attribute für virtuelle Maschinen und Ressourcenpools und deren Anpassung sind durchgehend Thema dieses Handbuchs. Eine Einführung finden Sie unter „Administratoreingriffe in die CPU-Verwaltung“ auf Seite 42 und „Administratoreingriffe in die Arbeitsspeicherverwaltung“ auf Seite 43.

Ressourcennutzung und Leistung

Die Ressourcennutzung ist der Schlüssel für eine optimale Leistung. Die beste Methode, eine optimale Leistung für die Virtual Infrastructure-Komponenten zu erzielen, ist die Vermeidung von Ressourcenengpässen. Siehe Kapitel 11, „Empfohlene Vorgehensweisen“, auf Seite 193. In Anhang A, „Dienstprogramme zum Überwachen der Leistung: „resxtop“ und „esxtop““, auf Seite 203 finden Sie Informationen über die Leistungsmessungstools `resxtop` und `esxtop`.

Grundlegendes zur Architektur von ESX Server

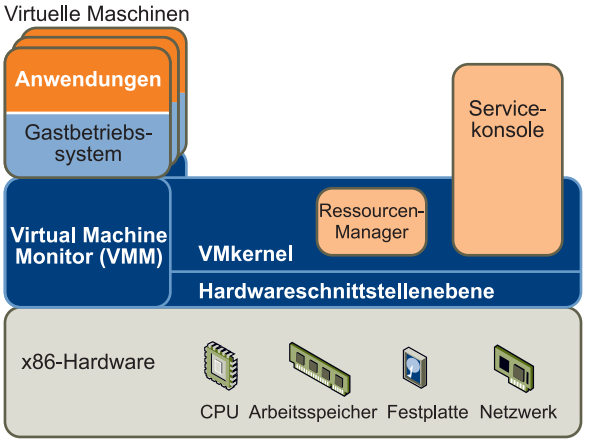
Die verschiedenen Komponenten eines ESX Server-Systems arbeiten zusammen, um virtuelle Maschinen auszuführen und ihnen Zugriff auf Ressourcen zu gewähren. Dieser Abschnitt bietet eine kurze Beschreibung der ESX Server-Architektur.

HINWEIS Überspringen Sie diesen Abschnitt, wenn Ihr Interesse eher in der praktischen Anwendung der Ressourcenverwaltung liegt.

Abbildung 2-2 zeigt die Hauptkomponenten eines ESX Server-Hosts.

HINWEIS Die in Abbildung 2-2 dargestellte Servicekonsolenkomponente ist nur verfügbar, wenn ESX Server 3 verwendet wird. ESX Server 3i bietet keine Servicekonsole.

Abbildung 2-2. Komponenten eines ESX Server-Hosts



VMkernel

Der VMkernel ist ein äußerst leistungsstarkes Betriebssystem von VMware, das direkt auf dem ESX Server-Host ausgeführt wird. Der VMkernel steuert und verwaltet die meisten physischen Ressourcen der Hardware, darunter:

- Arbeitsspeicher
- Physische Prozessoren
- Speicher- und Netzwerk-Controller

Im VMkernel sind Planungsprogramme für den Zugriff auf CPU, Arbeitsspeicher und Festplatte enthalten; der VMkernel verfügt außerdem über vollwertige Speicher und Netzwerkstapel. Hierzu zählt ebenfalls das VMFS (Virtual Machine File System). Das verteilte VMFS-Dateisystem ist für große Dateien wie zum Beispiel Festplattendateien und Auslagerungsdateien virtueller Maschinen optimiert.

VMkernel-Ressourcen-Manager

Der Ressourcen-Manager partitioniert die physischen Ressourcen des zugrunde liegenden Servers. Er verwendet Mechanismen, wie Ressourcenreservierungen und proportionale Anteilsplanung, um eingeschalteten virtuellen Maschinen CPU-, Arbeitsspeicher- und Festplattenressourcen zuzuteilen. Weitere Informationen zur Ressourcenzuteilung finden Sie in Kapitel 9, „Erweiterte Ressourcenverwaltung“, auf Seite 147.

Für jede virtuelle Maschine kann der Benutzer Anteile, Reservierungen und Grenzwerte festlegen. Der Ressourcen-Manager berücksichtigt diese Informationen bei der CPU- und Arbeitsspeicherzuteilung zu einzelnen virtuellen Maschinen. Siehe „Ressourcenverwaltung mit ESX Server“ auf Seite 39.

Hardwareschnittstellenebene des VMkernels

Die Hardwareschnittstelle blendet Hardwareunterschiede gegenüber den Benutzern von ESX Server (und virtuellen Maschinen) aus. Sie ermöglicht eine hardwarespezifische Bereitstellung von Diensten und enthält Gerätetreiber.

Virtual Machine Monitor

Der Virtual Machine Monitor (VMM) ist verantwortlich für die Virtualisierung der x86-Hardware, einschließlich Prozessoren und Arbeitsspeicher. Sobald die virtuelle Maschine ausgeführt wird, geht die Steuerung auf den VMM über, der mit der Ausführung von Anweisungen der virtuellen Maschine beginnt. Der Übergang der Steuerung an den VMM geht mit dem Einstellen des Systemstatus einher, sodass der VMM direkt auf der Hardware ausgeführt werden kann.

Servicekonsole

Die Servicekonsole ist eine eingeschränkte Linux-Version, die auf Red Hat Enterprise Linux 3, Aktualisierung 8 (RHEL 3 U8) beruht. Die Servicekonsole stellt eine Ausführungsumgebung für die Überwachung und Verwaltung des gesamten ESX Server 3-Hosts zur Verfügung. ESX Server 3i bietet keine Servicekonsole.

HINWEIS In den meisten Fällen verwenden Administratoren für die Überwachung und Verwaltung von ESX Server-Systemen einen VI-Client, der entweder mit einem ESX Server-System oder einem VirtualCenter Server verbunden ist.

Administratoreingriffe in die CPU-Verwaltung

Informationen über die aktuelle CPU-Zuteilung sind entweder über den VI-Client oder über Virtual Infrastructure SDK verfügbar.

Die CPU-Zuteilung kann wie folgt festgelegt werden:

- Verwenden Sie die Attribute und speziellen Funktionen, die über den VI-Client verfügbar sind. Über die grafische Benutzeroberfläche im VI-Client kann eine Verbindung mit einem ESX Server-Host oder VirtualCenter Server hergestellt werden. Eine Einführung finden Sie in Kapitel 1, „Erste Schritte bei der Ressourcenverwaltung“, auf Seite 13.

- Verwenden Sie unter bestimmten Umständen die erweiterten Einstellungen. Siehe Kapitel 9, „Erweiterte Ressourcenverwaltung“, auf Seite 147.
- Verwenden Sie Virtual Infrastructure SDK für eine Skript-CPU-Zuteilung.
- Verwenden Sie Hyper-Threading, wie unter „Hyper-Threading“ auf Seite 154 beschrieben.

HINWEIS Die CPU-Affinität wird im Allgemeinen nicht empfohlen. Weitere Informationen zur CPU-Affinität und den damit verbundenen potenziellen Problemen finden Sie unter „Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren“ auf Seite 150.

Falls Sie die CPU-Zuteilung nicht anpassen, verwendet der ESX Server-Host Standardwerte, die in den meisten Situationen zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen.

Administratoreingriffe in die Arbeitsspeicherverwaltung

Informationen über aktuelle Arbeitsspeicherzuteilungen und andere Statusinformationen sind entweder über den VI-Client oder über Virtual Infrastructure SDK verfügbar.

Die Arbeitsspeicherzuteilung kann wie folgt festgelegt werden:

- Verwenden Sie die Attribute und speziellen Funktionen, die über den VI-Client verfügbar sind. Über die grafische Benutzeroberfläche im VI-Client kann eine Verbindung mit einem ESX Server-Host oder VirtualCenter Server hergestellt werden. Eine Einführung finden Sie in Kapitel 1, „Erste Schritte bei der Ressourcenverwaltung“, auf Seite 13.
- Verwenden Sie unter bestimmten Umständen die erweiterten Einstellungen. Siehe Kapitel 9, „Erweiterte Ressourcenverwaltung“, auf Seite 147.
- Verwenden Sie Virtual Infrastructure SDK für eine Skript-Arbeitsspeicherzuteilung.

Falls Sie die Arbeitsspeicherzuteilung nicht anpassen, verwendet der ESX Server-Host Standardwerte, die in den meisten Situationen zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen.

Informationen über Server mit NUMA-Architektur finden Sie in Kapitel 10, „Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX Server“, auf Seite 181.

Grundlegendes zur CPU- und Arbeitsspeichervirtualisierung

In diesem Abschnitt werden die Virtualisierung und ihre Auswirkungen auf die verfügbaren Ressourcen virtueller Maschinen erörtert.

Grundlagen der CPU-Virtualisierung

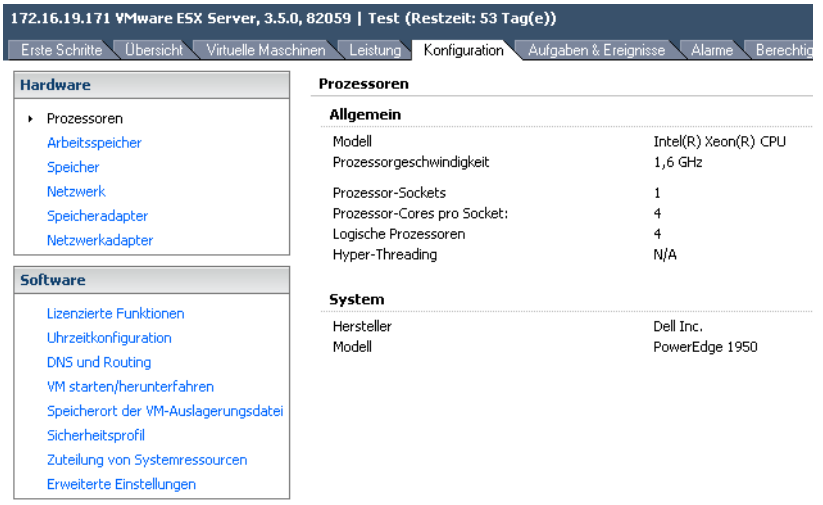
Sie haben die Möglichkeit, virtuelle Maschinen mit mindestens einem virtuellen Prozessor zu konfigurieren, wobei jeder über einen eigene Register und Steuerungsstrukturen verfügt. Bei der Planung einer virtuellen Maschine wird festgelegt, dass die virtuellen Prozessoren auf physischen Prozessoren ausgeführt werden. Über den Ressourcen-Manager des VMkernels werden die virtuellen CPUs physischen CPUs zugeordnet und so der Zugriff der virtuellen Maschine auf physische CPU-Ressourcen gesteuert. ESX Server-Systeme unterstützen virtuelle Maschinen mit bis zu vier virtuellen Prozessoren. Siehe „Prozessoren mit mehreren Kernen“ auf Seite 152.

HINWEIS Bei Verwendung von Windows Vista als Gastbetriebssystem werden lediglich zwei virtuelle CPUs pro virtuelle Maschine unterstützt.

So zeigen Sie Informationen über physische und logische Prozessoren an

1 Wählen Sie im VI-Client den Host, und klicken Sie anschließend auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.

2 Klicken Sie auf **Prozessoren (Processors)**



Sie können nun die Informationen über die Anzahl und den Typ der physischen Prozessoren sowie die Anzahl der logischen Prozessoren anzeigen. Zudem haben Sie die Möglichkeit, Hyper-Threading zu deaktivieren oder zu aktivieren, indem Sie auf **Eigenschaften (Properties)** klicken.

HINWEIS Bei Systemen mit aktiviertem Hyper-Threading ist jeder Hardware-Thread ein logischer Prozessor. Ein Dual-Core-Prozessor mit aktiviertem Hyper-Threading verfügt über zwei Prozessorkerne und vier logische Prozessoren.

Grundlagen der Arbeitsspeichervirtualisierung

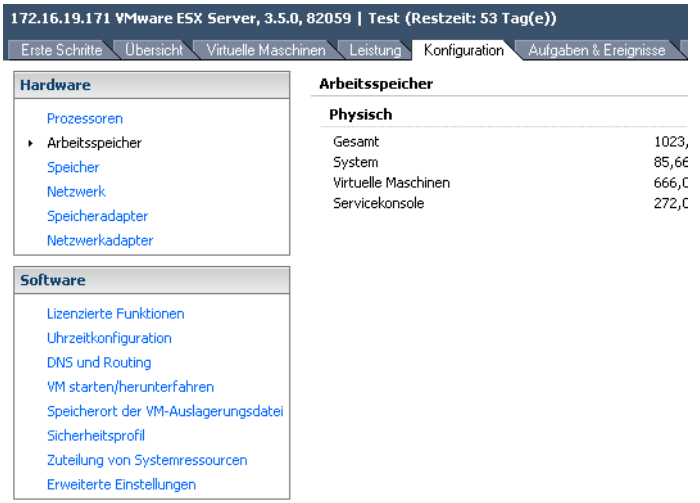
Der VMkernel verwaltet den gesamten Arbeitsspeicher der Maschinen. (Ausgenommen hiervon ist der Arbeitsspeicher, der der Servicekonsole in ESX Server 3 zugeteilt ist.) Einen Teil dieses verwalteten Arbeitsspeichers reserviert der VMkernel für sich selbst. Der Rest steht den virtuellen Maschinen zur Verfügung. Virtuelle Maschinen benötigen den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschinen für zwei Zwecke: Zum einen benötigt jede virtuelle Maschine einen eigenen Arbeitsspeicher und andererseits benötigt der VMM ebenfalls Arbeitsspeicher für seinen Code und Daten.

So zeigen Sie Informationen über die Arbeitsspeichernutzung eines Hosts an

1 Wählen Sie im VI-Client den Host.

2 Klicken Sie auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.

3 Klicken Sie auf **Arbeitsspeicher (Memory)**.



Sie können die Informationen zu dem gesamten Arbeitsspeicher und dem für die virtuellen Maschinen verfügbaren Arbeitsspeicher anzeigen. In ESX Server 3 können Sie außerdem den Arbeitsspeicher anzeigen, der der Servicekonsole zugewiesen wurde.

Arbeitsspeicher virtueller Maschinen

Jede virtuelle Maschine verbraucht Arbeitsspeicher auf der Grundlage der für sie konfigurierten Größe, sowie einen zusätzlichen Overhead-Arbeitsspeicher für die Virtualisierung.

Konfigurierte Größe. Die konfigurierte Größe ist ein Konstrukt auf Virtualisierungsebene für die virtuelle Maschine. Hierbei handelt es sich um die Arbeitsspeichergröße, die dem Gastbetriebssystem angezeigt wird. Sie ist unabhängig von der Größe des physischen RAM, der der virtuellen Maschine zugeteilt ist, die, wie im Folgenden erläutert, von den Ressourceneinstellungen (Anteile, Reservierung, Grenze) abhängt.

Nehmen Sie eine virtuelle Maschine mit einer konfigurierten Größe von 1 GB als Beispiel. Sobald das Gastbetriebssystem gestartet wird, scheint es auf Systemseite, als würde das System auf einer dedizierten virtuellen Maschine mit 1 GB physischem

Arbeitsspeicher ausgeführt. Die tatsächliche Größe des physischen Hostarbeitsspeichers, der der virtuellen Maschine zugeteilt wurde, hängt von den Ressourceneinstellungen für den Arbeitsspeicher und Arbeitsspeicherkonflikten auf dem ESX Server-Host ab. In einigen Fällen kann dabei der virtuellen Maschine die gesamte Größe von 1 GB zugeteilt werden. In anderen Fällen wäre die Zuteilung kleiner. Unabhängig von der aktuellen Zuteilung verhält sich das Gastbetriebssystem weiterhin, als ob es auf einer dedizierten virtuellen Maschine mit 1 GB physischem Arbeitsspeicher ausgeführt werden würde.

Anteile. Anteile legen die relative Priorität einer virtuellen Maschine fest, falls ein über die Reservierung hinausgehender Speicher verfügbar ist. Siehe „Anteile“ auf Seite 22.

Reservierung. Die Reservierung ist eine garantierte Untergrenze für die Menge an physischem Arbeitsspeicher, die der Host für eine virtuelle Maschine reserviert, auch wenn der Arbeitsspeicher mehrfach vergeben wird. Die Reservierung sollte so festgelegt werden, dass die virtuelle Maschine über ausreichend Arbeitsspeicher verfügt, um eine effiziente Ausführung ohne übermäßiges Paging zu gewährleisten.

Grenzwert. Ein Grenzwert ist eine obere Einschränkung der Menge an physischem Arbeitsspeicher, der einer virtuellen Maschine durch einen Host zugeteilt wird. Die Arbeitsspeicherzuteilung für eine virtuelle Maschine wird zudem ausdrücklich durch die konfigurierte Größe begrenzt.

Der *Overhead-Arbeitsspeicher* umfasst einen für den Frame-Puffer der virtuellen Maschine und verschiedene Virtualisierungsdatenstrukturen reservierten Speicherplatz. Siehe „Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead“ auf Seite 162.

Mehrfachvergabe von Arbeitsspeicher

Für jede ausgeführte virtuelle Maschine reserviert das System physischen Arbeitsspeicher, sowohl für die Reservierung der virtuellen Maschine (falls vorhanden) als auch für ihren Virtualisierungs-Overhead. Aufgrund der vom ESX Server-Host angewandten Verfahren für die Arbeitsspeicherverwaltung ist es jedoch möglich, dass die virtuellen Maschinen mehr Arbeitsspeicher nutzen, als der physische Computer (der Host) zur Verfügung stellt. Wenn Sie beispielsweise über einen Host mit einem Arbeitsspeicher von 2 GB verfügen und vier virtuelle Maschinen mit einem Arbeitsspeicher von je 1 GB ausführen, ist der Arbeitsspeicher mehrfach vergeben.

Die Mehrfachvergabe ist deshalb sinnvoll, weil normalerweise einige virtuelle Maschinen nur wenig beansprucht werden, andere wiederum stark, und die relativen Aktivitätsstufen im Zeitverlauf variieren.

Im Hinblick auf eine verbesserte Arbeitsspeichernutzung, überträgt der ESX Server-Host automatisch Arbeitsspeicher von im Leerlauf befindlichen virtuellen Maschinen auf virtuelle Maschinen, die mehr Arbeitsspeicher benötigen. Verwenden

Sie die Parameter für die Reservierung bzw. Anteile, um vorzugsweise wichtigen virtuellen Maschinen Arbeitsspeicher zuzuteilen. Dieser Arbeitsspeicher steht anderen virtuellen Maschinen weiterhin zur Verfügung, wenn er nicht genutzt wird.

Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung

Bei vielen Arbeitslasten bietet sich die gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher durch virtuelle Maschinen an. So können beispielsweise mehrere virtuelle Maschinen Instanzen desselben Gastbetriebssystems ausführen, gleiche Anwendungen oder Komponenten laden oder gemeinsame Daten enthalten. ESX Server-Systeme verwenden ein eigenes Verfahren zur gemeinsamen Nutzung von Seiten, um redundante Kopien von Arbeitsspeicherseiten abgesichert zu eliminieren.

Durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung verbraucht die aus mehreren virtuellen Maschinen bestehende Arbeitslast oftmals weniger Arbeitsspeicher, als dies der Fall bei der Ausführung auf physischen Maschinen wäre. Folglich kann das System eine höhere Anzahl an Mehrfachvergaben effizient unterstützen.

Der Anteil des durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung eingesparten Arbeitsspeichers hängt von den Eigenschaften der Arbeitslast ab. Eine Arbeitslast, die aus vielen nahezu identischen virtuellen Maschinen besteht, kann mehr als 30 % Speicherplatz freisetzen, während sich bei einer heterogenen Arbeitslast Arbeitsspeichereinsparungen von weniger als 5 % ergeben können.

Grundlegendes zu Ressourcenpools und ihre Verwaltung

3

Dieses Kapitel bietet eine Einführung in das Thema Ressourcenpools und beschreibt, wie Sie diese mithilfe von Virtual Infrastructure anzeigen und bearbeiten können.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Was sind Ressourcenpools?“ auf Seite 50
- „Ressourcenpool-Zugangssteuerung“ auf Seite 54
- „Erstellen von Ressourcenpools“ auf Seite 55
- „Anzeigen von Ressourcenpoolinformationen“ auf Seite 58
- „Ändern von Ressourcenpoolattributen“ auf Seite 63
- „Überwachen der Ressourcenpoolleistung“ auf Seite 64
- „Hinzufügen virtueller Maschinen zu Ressourcenpools“ auf Seite 64
- „Entfernen virtueller Maschinen aus Ressourcenpools“ auf Seite 66
- „Ressourcenpools und Cluster“ auf Seite 66

Bei allen Aufgaben wird vorausgesetzt, dass Sie über die Berechtigung zur Ausführung der Aufgabe verfügen. Informationen zu Berechtigungen und deren Einstellung finden Sie in der Onlinehilfe.

Was sind Ressourcenpools?

Ressourcenpools können verwendet werden, um verfügbare CPU- und Arbeitsspeicherressourcen hierarchisch zu partitionieren.

Jeder eigenständige Host und jeder DRS-Cluster verfügt über einen (nicht sichtbaren) Root-Ressourcenpool, der die Ressourcen des Hosts oder Clusters gruppiert. Der Root-Ressourcenpool wird deshalb nicht angezeigt, weil er stets mit den Ressourcen des Hosts (oder Clusters) identisch ist.

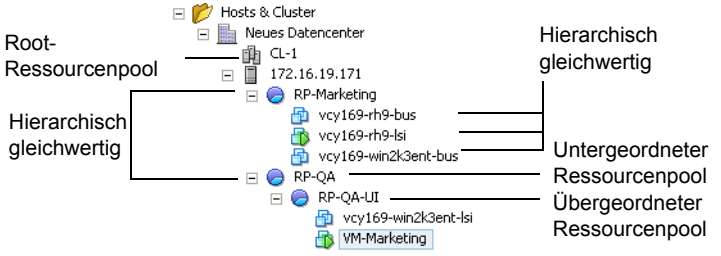
HINWEIS Mithilfe von VMware DRS können Sie Ressourcen zwischen virtuellen Maschinen ausgleichen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Abschnitt „Grundlegendes zu VMware DRS“ auf Seite 74.

Falls Sie keine untergeordneten Ressourcenpools erstellen, gibt es lediglich die Root-Ressourcenpools.

Der Benutzer hat die Möglichkeit, auf Basis des Root-Ressourcenpools oder anderer, durch Benutzer erstellter, untergeordneter Ressourcenpools weitere untergeordnete Ressourcenpools zu erstellen. Jeder untergeordnete Ressourcenpool besitzt einen gewissen Anteil der übergeordneten Ressourcen und kann seinerseits selbst über eine Hierarchie untergeordneter Ressourcenpools verfügen, um immer kleinere Einheiten der Rechenfähigkeit abzubilden.

In einem Ressourcenpool können untergeordnete Ressourcenpools, virtuelle Maschinen oder beides enthalten sein. So entsteht eine hierarchische Ordnung gemeinsam genutzter Ressourcen. Die auf einer höheren Ebene angeordneten Ressourcenpools sind den auf niedrigeren Ebenen liegenden Objekten übergeordnet. Ressourcenpools und virtuellen Maschinen, die sich auf gleicher Ebene befinden, sind *hierarchisch gleichwertig*. Der Cluster selbst stellt den Root-Ressourcenpool dar.

Abbildung 3-1. Übergeordnete, untergeordnete und hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools in der Ressourcenpoolhierarchie



In Abbildung 3-1 ist RP-QA der übergeordnete Ressourcenpool für RP-QA-UI. RP-Marketing und RP-QA sind hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools. Die drei virtuellen Maschinen direkt unter RP-Marketing sind ebenfalls hierarchisch gleichwertig.

Für jeden Ressourcenpool können Werte für Reservierung, Grenze und Anteile festgelegt und bestimmt werden, ob die Reservierung erweiterbar sein soll oder nicht. Die Ressourcen des Ressourcenpools sind anschließend für untergeordnete Ressourcenpools und virtuelle Maschinen verfügbar.

Gründe für die Verwendung von Ressourcenpools

Ressourcenpools ermöglichen das Delegieren von Steuerungsaufgaben auf die verschiedenen Ressourcen eines Hosts. Die Vorteile von Ressourcenpools werden besonders deutlich, wenn Ressourcenpools verwendet werden, um alle Ressourcen in einem Cluster aufzuteilen. Sie können mehrere Ressourcenpools als direkte untergeordnete Objekte eines Hosts oder Clusters erstellen und entsprechend konfigurieren. Anschließend können Sie deren Steuerung an andere Personen oder Organisationen delegieren.

Die Verwendung von Ressourcenpools kann folgende Vorzüge bieten:

- **Flexible hierarchische Organisation** – Sie können Ressourcenpools je nach Bedarf hinzufügen, entfernen oder neu anordnen bzw. Ressourcenzuteilungen ändern.
- **Isolierung zwischen den Pools, gemeinsame Verwendung innerhalb der Pools** – Administratoren der obersten Ebene können einem Administrator auf Abteilungsebene einen Ressourcenpool zur Verfügung stellen. Zuweisungsänderungen innerhalb eines abteilungsbezogenen Ressourcenpools wirken sich nicht unerlaubterweise auf andere unabhängige Ressourcenpools aus.
- **Zugangssteuerung und Delegation** – Wenn ein Administrator der obersten Ebene einem Administrator auf Abteilungsebene einen Ressourcenpool zur Verfügung stellt, kann dieser sämtliche Erstellungs- und Verwaltungsvorgänge für virtuelle Maschinen durchführen, solange er sich hierbei in dem Ressourcenrahmen bewegt, zu dem der Ressourcenpool aufgrund der aktuellen festgelegten Anteile, Reservierung und Grenzwerte berechtigt ist. Die Delegation erfolgt üblicherweise beim Festlegen von Berechtigungen und wird im Abschnitt *Einführung in die virtuelle Infrastruktur* erörtert.

- **Trennung zwischen Ressourcen und Hardware** – Wenn Sie für DRS aktivierte Cluster verwenden, werden die Ressourcen aller Hosts stets dem Cluster zugewiesen. Dies bedeutet, dass Administratoren - unabhängig von den Hosts, durch die die Ressourcen tatsächlich zur Verfügung gestellt werden - eine Ressourcenverwaltung durchführen können. Wenn Sie drei Hosts mit je 2 GB durch zwei Hosts mit je 3 GB ersetzen, müssen Sie keine Änderungen an der Ressourcenzuteilung vornehmen.

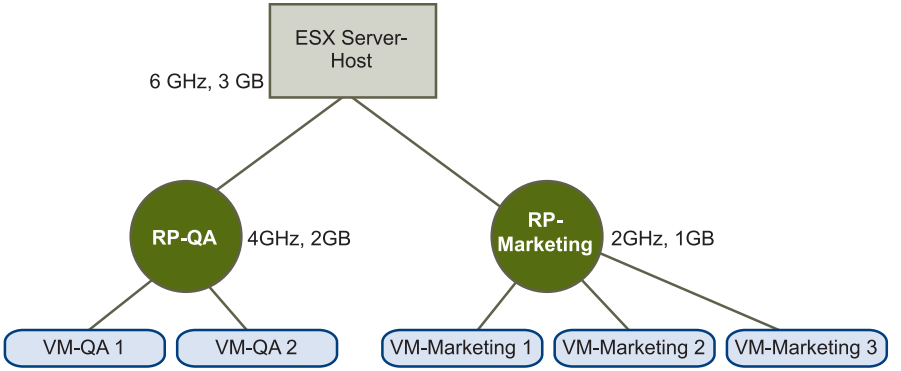
  Durch diese Trennung können sich Administratoren Computing-Kapazitäten zusammenfassen und müssen sich weniger mit einzelnen Hosts befassen.

- **Verwaltung von virtuellen Maschinensätzen, die einen Multi-Tier-Dienst ausführen** – Es ist nicht erforderlich, die Ressourcen für die einzelnen virtuellen Maschinen festzulegen. Stattdessen können Sie die Zuteilung der gemeinsamen Ressourcen zu den virtuellen Maschinen steuern, indem Sie die Einstellungen des Ressourcenpools ändern, dem diese virtuellen Maschinen zugewiesen sind.

Angenommen, ein Host verfügt über eine bestimmte Anzahl virtueller Maschinen. Drei der virtuellen Maschinen werden von der Marketingabteilung und zwei von der Abteilung für Qualitätssicherung verwendet. Da in der Qualitätssicherung größere CPU- und Arbeitsspeichermengen benötigt werden, erstellt der Administrator für jede Gruppe einen Ressourcenpool und setzt beim Pool der Qualitätssicherung den Wert **CPU-Anteile (CPU Shares)** auf **Hoch (High)** und beim Pool der Marketingabteilung auf **Normal**, damit die Benutzer der Abteilung Qualitätssicherung automatisierte Tests durchführen können. Der zweite Ressourcenpool mit den geringeren CPU- und Arbeitsspeicherressourcen ist für die geringere Arbeitslast der Marketingmitarbeiter dennoch ausreichend. Immer wenn die Qualitätssicherungsabteilung ihre Zuteilung nicht vollständig nutzt, können die verfügbaren Ressourcen von der Marketingabteilung verwendet werden.

Dieses Szenario ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Die Zahlen stellen die gültigen Ressourcenpoolzuweisungen dar.

Abbildung 3-2. Zuteilen von Ressourcen zu Ressourcenpools



Hostressourcenpools und Clusterressourcenpools

Sie können untergeordnete Ressourcenpools von eigenständigen ESX Server-Hosts oder DRS-Clustern erstellen.

- Bei eigenständigen ESX Server-Hosts erstellen und verwalten Sie Ressourcenpools als untergeordnete Elemente des Hosts. Jeder Host unterstützt seine eigene Ressourcenpoolhierarchie.
- Wenn Sie einen Host zu einem Cluster mit deaktivierter DRS-Funktion hinzufügen, wird die Ressourcenpoolhierarchie des Hosts verworfen und es kann keine Ressourcenpoolhierarchie erstellt werden.
- Bei Clustern mit aktivierter DRS-Funktion werden die Ressourcen aller Hosts dem Cluster zugewiesen.

  Wenn Sie einen Host mit Ressourcenpools zu einem DRS-Cluster hinzufügen möchten, müssen Sie eine Ressourcenpoolplatzierung eingeben. Standardmäßig wird die Ressourcenpoolhierarchie verworfen und der Host zu der Ebene hinzugefügt, auf der sich auch die virtuellen Maschinen befinden. Die können die Hostressourcenpools in die Ressourcenpoolhierarchie des Clusters übertragen und einen Namen für den Ressourcenpool der obersten Ebene auswählen. Siehe „Ressourcenpools und Cluster“ auf Seite 66.

  Da alle Ressourcen zusammengefasst sind, müssen Sie die Ressourcen nun nicht mehr für einzelne Hosts, sondern stets clusterbezogen verwalten. Die virtuellen Maschinen werden Ressourcenpools mit vordefinierten Eigenschaften zugewiesen. Falls Sie später die Kapazität ändern, indem Sie Hosts hinzufügen,

entfernen, oder ein Host-Upgrade durchführen, müssen Sie möglicherweise die für die Ressourcenpools vorgenommenen Ressourcenzuteilungen ändern.

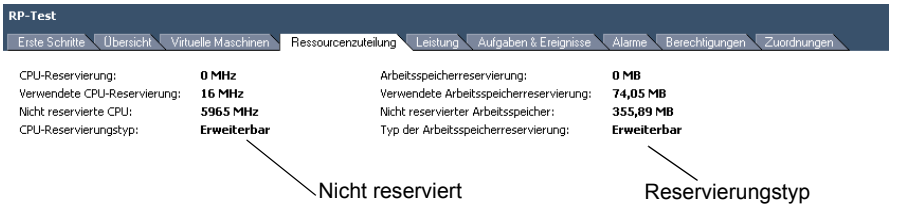
Falls VirtualCenter Server ausfällt, können Sie Änderungen über einen VI-Client vornehmen, der mit einem ESX Server-Host verbunden ist. Dies kann jedoch dazu führen, dass der Cluster gelb (überbelegt) oder rot (ungültig) angezeigt wird, wenn der VirtualCenter Server später wieder verfügbar ist. Siehe „Gültige, gelbe und rote Cluster“ auf Seite 96. Falls sich der Cluster im automatischen Modus befindet, übernimmt VirtualCenter die zuletzt verwendete Clusterkonfiguration (und macht Ihre Änderungen möglicherweise rückgängig), sobald der VirtualCenter Server wieder verfügbar ist.

Ressourcenpool-Zugangssteuerung

Wenn Sie virtuelle Maschinen auf einem ESX Server-Host einschalten, führt der Host zunächst eine allgemeine Zugangssteuerung durch, wie in Abschnitt „Zugangssteuerung“ auf Seite 24 beschrieben wird. Wenn Sie eine virtuelle Maschine innerhalb eines Ressourcenpools einschalten, oder einen untergeordneten Ressourcenpool zu erstellen, führt das System eine zusätzliche Zugangssteuerung durch, um sicherzustellen, dass die für den Ressourcenpool geltenden Einschränkungen nicht verletzt werden.

Vor dem Einschalten einer virtuellen Maschine oder dem Erstellen eines Ressourcenpools, können Sie über die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** des Ressourcenpools feststellen, ob ausreichend Ressourcen verfügbar sind (sieheAbbildung 3-3).

Abbildung 3-3. Reservierungsinformationen des Ressourcenpools



Wie die nicht reservierten CPU- und Arbeitsspeicheranteile berechnet werden, hängt vom Reservierungstyp ab:

- Reservierungstyp **Feststehend (Fixed).** Das System prüft, ob der Ressourcenpool über ausreichend nicht reservierte Ressourcen verfügt. Ist dies der Fall, kann die Aktion durchgeführt werden. Ist dies nicht der Fall, wird eine Meldung angezeigt und die Aktion kann nicht durchgeführt werden.
- Reservierungstyp **Erweiterbar (Expandable)**. Das System prüft, ob der Ressourcenpool über ausreichend Ressourcen verfügt, um die Anforderungen zu erfüllen.
  - Falls ausreichend Ressourcen verfügbar sind, wird die Aktion durchgeführt.
  - Falls nicht, überprüft der verwaltende Server, ob in einem übergeordneten Ressourcenpool (direkt übergeordnet oder noch höher angeordnet) Ressourcen verfügbar sind. Ist dies der Fall, werden die Aktion durchgeführt und die Ressourcen des übergeordneten Ressourcenpools reserviert. Falls keine Ressourcen verfügbar sind, wird eine Meldung angezeigt und die Aktion nicht durchgeführt. Siehe „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 31.

Das System unterbindet die Verletzung der vorkonfigurierten Einstellungen **Reservierung (Reservation)** bzw. **Grenzwert (Limit)**. Bei jeder Neukonfiguration eines Ressourcenpools bzw. bei jedem Einschalten einer virtuellen Maschine validiert das System sämtliche Parameter, damit allen Service-Level-Garantien zu jeder Zeit entsprochen werden kann.

Erstellen von Ressourcenpools

Für jeden ESX Server 3.x-Host, Ressourcenpool oder DRS-Cluster können Sie einen untergeordneten Ressourcenpool erstellen.

HINWEIS Wenn ein Host zu einem Cluster hinzugefügt wurde, ist es nicht möglich, untergeordnete Ressourcenpools dieses Hosts zu erstellen. Falls der Cluster für DRS aktiviert ist, können für den Cluster untergeordnete Ressourcenpools erstellt werden.

Im Rahmen der Erstellung eines untergeordneten Ressourcenpools werden Sie aufgefordert, Attributinformationen für den Ressourcenpool einzugeben. Das System verwendet eine Zugangssteuerung, um sicherzustellen, dass nicht verfügbare Ressourcen auch nicht zugeteilt werden. Wenn Sie beispielsweise über einen Ressourcenpool mit einer Reservierung von 10 GB verfügen und einen untergeordneten Ressourcenpool mit einer Reservierung von 6 GB erstellt haben, dann

können Sie keinen zweiten untergeordneten Ressourcenpool mit einer Reservierung von 6 GB erstellen, wenn der **Typ (Type)** auf **Feststehend (Fixed)** gesetzt ist.

So erstellen Sie einen Ressourcenpool

1 Wählen Sie das vorgesehene übergeordnete Objekt aus, und klicken Sie auf **Datei (File) > Neu (New) > Neuer Ressourcenpool (New Resource Pool)** (oder klicken Sie im Fenster **Befehle (Commands)** auf die Registerkarte **Übersicht (Summary)** auf **Neuer Ressourcenpool (New Resource Pool)**).

2 Geben Sie im Dialogfeld **Neuer Ressourcenpool (New Resource Pool)** die folgenden Ressourcenpoolinformationen ein.

Feld	Beschreibung
Name	Name des neuen Ressourcenpools.
CPU-Ressourcen	
Anteile	Anzahl der CPU-Anteile des Ressourcenpools unter Berücksichtigung der Gesamtanteile des übergeordneten Ressourcenpools. Hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools teilen sich Ressourcen auf der Basis ihrer relativen Anteilswerte, die an die Reservierung und die Grenzwerte geknüpft sind. Mithilfe der Optionen **Gering, Normal (Low, Normal)** oder **Hoch (High)** bzw. **Benutzerdefiniert (Custom)** können Sie eine Zahl für die Zuweisung eines Anteilswertes festlegen.
Reservierung	Garantierte CPU-Zuteilung für diesen Ressourcenpool.
Erweiterungsfähige Reservierung	Zeigt an, ob während der Zugangssteuerung erweiterbare Reservierungen berücksichtigt werden. Wenn Sie eine virtuelle Maschine in diesem Ressourcenpool einschalten, und die Reservierungen der zusammengefassten virtuellen Maschinen die reservierte Menge des Ressourcenpools übersteigt, kann der Ressourcenpool auf Ressourcen von direkt oder höher übergeordneten Ressourcenpools zurückgreifen, solange das entsprechende Kontrollkästchen aktiviert ist (Standardeinstellung).
Grenzwert	Obergrenze der CPU-Anteile, die der Host diesem Ressourcenpool zur Verfügung stellt. Die Standardeinstellung lautet **Unbegrenzt (Unlimited)**. Um einen Grenzwert festzulegen, deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **Unbegrenzt (Unlimited)**, und geben Sie eine Zahl ein.

Feld	Beschreibung
Arbeitsspeicherressourcen	
Anteile	Anzahl der Arbeitsspeicheranteile des Ressourcenpools unter Berücksichtigung der Gesamtanteile des übergeordneten Ressourcenpools. Hierarchisch gleichwertige Ressourcenpools teilen sich Ressourcen auf der Basis ihrer relativen Anteilswerte, die an die Reservierung und die Grenzwerte geknüpft sind. Mithilfe der Optionen **Gering, Normal (Low, Normal)** oder **Hoch (High)** bzw. **Benutzerdefiniert (Custom)** können Sie eine Zahl für die Zuweisung eines Anteilswertes festlegen.
Reservierung	Garantierte Arbeitsspeicherzuteilung für diesen Ressourcenpool.
Erweiterungsfähige Reservierung	Zeigt an, ob während der Zugangssteuerung erweiterbare Reservierungen berücksichtigt werden. Wenn Sie eine virtuelle Maschine in diesem Ressourcenpool einschalten, und die Reservierungen aller virtuellen Maschinen zusammen über die Reservierung des Ressourcenpools hinausgehen, kann der Ressourcenpool auf Ressourcen von direkt oder höher übergeordneten Ressourcenpools zurückgreifen, solange das entsprechende Kontrollkästchen aktiviert ist (Standardeinstellung).
Grenzwert	Oberer Grenzwert für die Arbeitsspeicherzuteilung dieses Ressourcenpools. Die Standardeinstellung ist **Unbegrenzt (Unlimited)**. Wenn Sie eine andere Grenze festlegen möchten, deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **Unbegrenzt (Unlimited)**.

3 Wenn Sie alle Optionen ausgewählt haben, klicken Sie auf **OK**. VirtualCenter erstellt den Ressourcenpool und zeigt ihn im Bestandslistenfenster an.

Ein gelbes Dreieck zeigt an, dass ein ausgewählter Wert aufgrund von Einschränkungen der verfügbaren gemeinsam nutzbaren CPU- und Arbeitsspeicherressourcen nicht zulässig ist.

Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen

Wenn Sie eine virtuelle Maschine einschalten oder einen Ressourcenpool erstellen, überprüft das System, ob für diese Aktion eine entsprechende CPU- und Arbeitsspeicherreservierung verfügbar ist.

Falls die Option **Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)** nicht aktiviert ist, berücksichtigt das System lediglich die im ausgewählten Ressourcenpool verfügbaren Ressourcen.

Falls die Option **Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)** aktiviert ist (Standardeinstellung), berücksichtigt das System die verfügbaren Ressourcen im ausgewählten Ressourcenpool und direkt übergeordneten Ressourcenpool. Ist für den übergeordneten Ressourcenpool ebenfalls die Option **Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)** aktiviert, kann dieser Ressourcen aus dem übergeordneten Ressourcenpool leihen. Das Leihen von Ressourcen geschieht rekursiv von den höher übergeordneten Ressourcenpools des aktuellen Ressourcenpools, wenn die Option **Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)** aktiviert ist. Eine dauerhafte Aktivierung dieser Option bietet zwar eine höhere Flexibilität, jedoch auch weniger Schutz. Der Besitzer eines untergeordneten Ressourcenpools reserviert möglicherweise mehr Ressourcen, als Sie vorsehen.

HINWEIS Lassen Sie diese Option deshalb nur dann aktiviert, wenn Sie sicher sein können, dass der Administrator des untergeordneten Ressourcenpools nicht mehr Ressourcen reserviert als angebracht.

Beispiel einer erweiterten Reservierung Angenommen, ein Administrator verwaltet den Pool P und definiert zwei untergeordnete Ressourcenpools, S1 und S2, für zwei unterschiedliche Benutzer (oder Gruppen).

Dem Administrator ist zwar bekannt, dass die Benutzer virtuelle Maschinen mit gewissen Reservierungen einschalten möchten, er weiß jedoch nicht, wie viele Ressourcen die beiden Benutzer jeweils reservieren müssen. Wenn die Reservierungen für S1 und S2 als erweiterbar festlegt sind, verfügt der Administrator über mehr Flexibilität, was das Teilen und Übernehmen der gemeinsamen Reservierung für Pool P betrifft.

Ohne erweiterbare Reservierungen müsste der Administrator S1 und S2 eine bestimmte Menge explizit zuteilen. Solch spezifische Zuteilungen können sich, insbesondere in Ressourcenpoolhierarchien mit vielen Ebenen, als unflexibel erweisen und das Festlegen von Reservierungen in der Ressourcenpoolhierarchie komplizieren.

Erweiterbare Reservierungen führen zu einem Verlust der strengen Isolierung, d. h. S1 könnte die gesamte Reservierung für P für sich nutzen, sodass für S2 keine direkten Arbeitsspeicher- oder CPU-Anteile verfügbar wären.

Anzeigen von Ressourcenpoolinformationen

Wenn Sie im VI-Client einen Ressourcenpool auswählen, werden auf der Registerkarte **Übersicht (Summary)** Informationen über diesen Ressourcenpool angezeigt. Im folgenden Abschnitt werden Informationen über „Die Registerkarte „Übersicht

(Summary)“ des Ressourcenpools“ auf Seite 59 und „Die Registerkarte „Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)“ des Ressourcenpools“ auf Seite 61 aufgeführt.

HINWEIS Alle anderen Registerkarten werden ausführlicher in der Onlinehilfe erörtert.

Die Registerkarte „Übersicht (Summary)“ des Ressourcenpools

In der Registerkarte **Übersicht (Summary)** des Ressourcenpools werden wertvolle statistische Informationen über den Ressourcenpool angezeigt.

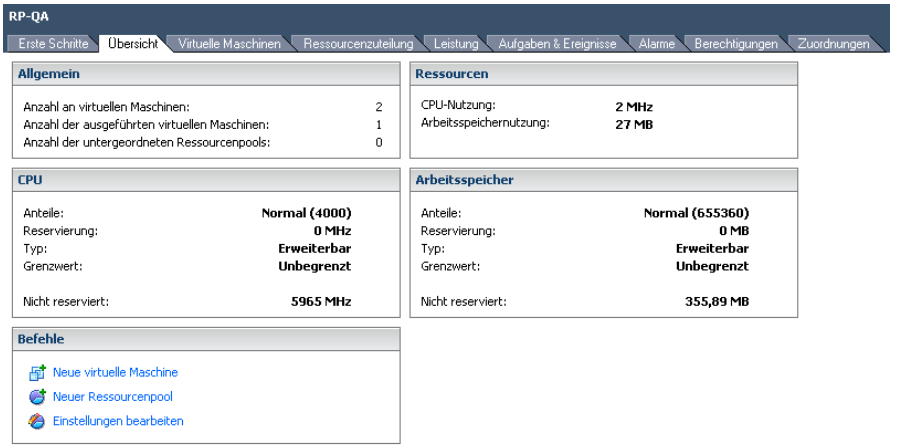


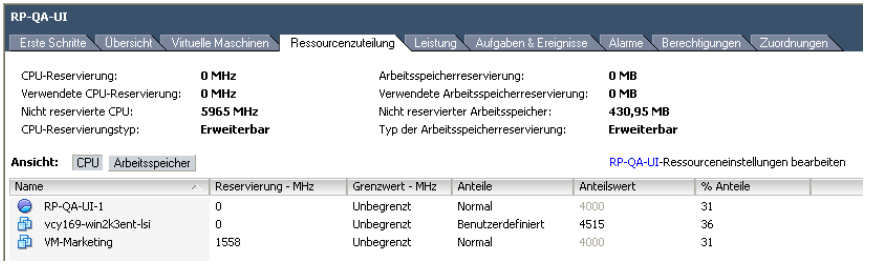
Tabelle 3-1. Die Teilbereiche auf der Registerkarte **Übersicht (Summary)** des Ressourcenpools

Bereich	Beschreibung
Allgemein (General)	Im Fenster **Allgemein (General)** werden statistische Informationen über den Ressourcenpool angezeigt. ■ **Anzahl an virtuellen Maschinen (Number of Virtual Machines)** – in diesem Ressourcenpool. Darin sind nicht die virtuellen Maschinen der untergeordneten Ressourcenpools enthalten. ■ **Anzahl an derzeit ausgeführten virtuellen Maschinen (Number of Running Virtual Machines)** – in diesem Ressourcenpool. Darin sind nicht die derzeit ausgeführten virtuellen Maschinen der untergeordneten Ressourcenpools enthalten. ■ **Anzahl an untergeordneten Ressourcenpools (Number of Child Resource Pools)** – Darin sind nicht alle Ressourcenpools der Hierarchie, sondern lediglich die direkt untergeordneten Ressourcenpools enthalten.
CPU	Zeigt die CPU-Werte für **Anteile, Reservierung, Reservierungstyp (Shares, Reservation, Reservation Type)** und **Grenzwert (Limit)** an, die für diesen Ressourcenpool festgelegt wurden. Zeigt auch den derzeit nicht reservierten CPU-Anteil an.
Befehle (Commands)	Ermöglicht das Aufrufen gängiger Befehle. ■ **Neue virtuelle Maschine (New Virtual Machine)** – Startet den Assistenten zum Erstellen neuer virtueller Maschinen, um in diesem Ressourcenpool eine neue virtuelle Maschine zu erstellen. ■ **Neuer Ressourcenpool (New Resource Pool)** – Zeigt das Dialogfeld **Ressourcenpool erstellen (Create Resource Pool)** an und ermöglicht die Erstellung eines dem ausgewählten Ressourcenpool untergeordneten Ressourcenpools. ■ **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)** – Ermöglicht Änderungen an den CPU- und Arbeitsspeicherattributen des ausgewählten Ressourcenpools.
Ressourcen (Resources)	Zeigt die Werte **CPU-Nutzung (CPU Usage)** und **Arbeitsspeichernutzung (Memory Usage)** der virtuellen Maschinen innerhalb des ausgewählten Ressourcenpools an.
Arbeitsspeicher (Memory)	Zeigt die Werte für **Anteile, Reservierung, Reservierungstyp (Shares, Reservation, Reservation Type)** und **Grenzwert (Limit)** an, die für diesen Ressourcenpool festgelegt wurden. Zeigt auch den derzeit nicht reservierten Arbeitsspeicheranteil an.

Die Registerkarte „Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)“ des Ressourcenpools

Die Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** des Ressourcenpools enthält ausführliche Informationen über die derzeit reservierten und verfügbaren Ressourcen des Ressourcenpools und führt die Benutzer der einzelnen Ressourcen auf, wie nachfolgend in Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 dargestellt.

Abbildung 3-4. Die Registerkarte „Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)“ des Ressourcenpools



Im oberen Teil von Abbildung 3-4 werden Informationen in Tabelle 3-2 über den Ressourcenpool selbst angegeben:

Tabelle 3-2. Felder der Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)**

Feld	Beschreibung
CPU-Reservierung (CPU Reservation) /Arbeitsspeicher-reservierung (Memory Reservation)	In der Reservierung für diesen Ressourcenpool festgelegter CPU- oder Arbeitsspeicheranteil. Die Reservierung kann während des Erstellungsvorgangs oder später, beim Bearbeiten des Ressourcenpools, bearbeitet werden.
Genutzte CPU-Reservierung (CPU Reservation Used)/ Genutzte Arbeitsspeicherreservierung (Memory Reservation Used)	Genutzte CPU- oder Arbeitsspeicherreservierung. Reservierungen werden durch ausgeführte virtuelle Maschinen oder durch untergeordnete Ressourcenpools mit Reservierungen genutzt.

Tabelle 3-2. Felder der Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
Nicht reservierte CPU (CPU Unreserved) / Nicht reservierter Arbeitsspeicher (Memory Unreserved)	Derzeit nicht reservierter CPU- oder Arbeitsspeicheranteil, der für die Reservierung durch virtuelle Maschinen und Ressourcenpools zur Verfügung steht. **Hinweis**: Bestimmen Sie anhand dieses Wertes, ob ein untergeordneter Ressourcenpool einer bestimmten Größe erstellt oder eine virtuelle Maschine mit einer bestimmten Reservierung eingeschaltet werden kann.
CPU-Reservierungstyp (CPU Reservation Typ) / Arbeitsspeicher-reservierungstyp (Memory Reservation Type)	**Erweiterbar (Expandable)** oder **Feststehend (Fixed)**. Siehe „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 57.

In Abbildung 3-4 befindet sich unterhalb der spezifischen Informationen über den Ressourcenpool eine Liste mit den virtuellen Maschinen und untergeordneten Ressourcenpools dieses Ressourcenpools. In dieser Liste werden keine virtuellen Maschinen aufgeführt, die untergeordneten Ressourcenpools dieses Ressourcenpools zugewiesen sind.

Klicken Sie auf die Registerkarte **CPU** oder **Arbeitsspeicher (Memory)**, um die in Tabelle 3-3 beschriebenen Informationen anzuzeigen.

Tabelle 3-3. Die Felder der Ressourcenzuteilung für **CPU** und **Arbeitsspeicher (Memory)**

Feld	Beschreibung
Name	Name des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine.
Reservierung (Reservation)	Festgelegte Reservierung für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Die Standardeinstellung ist 0. Das System reserviert demnach keine Ressourcen für diesen Ressourcenpool.
Grenzwert (Limit)	Festgelegter Grenzwert für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Die Standardeinstellung ist **Unbegrenzt (Unlimited)**. Demnach teilt das System der virtuellen Maschine die größtmögliche Ressourcenmenge zu.
Anteile (Shares)	Festgelegte Anteile für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Entweder **Hoch (High)**, **Normal** oder **Gering (Low)**, falls eine der Standardeinstellungen ausgewählt wurde. **Benutzerdefiniert (Custom)**, wenn Sie eine benutzerdefinierte Einstellung wählen.

Tabelle 3-3. Die Felder der Ressourcenzuteilung für **CPU** und **Arbeitsspeicher (Memory)** (Fortsetzung)

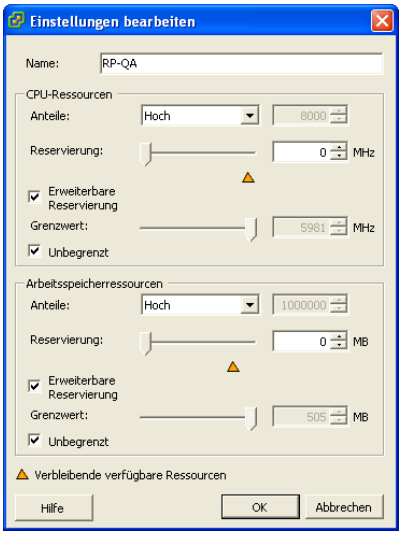
Feld	Beschreibung
Anteilswert (Shares Value)	Anzahl der Anteile, die dieser virtuellen Maschine oder diesem Ressourcenpool zugeteilt wurden. Diese Zahl ist abhängig von der Anteilseinstellung (**Hoch (High)**, **Normal**, **Gering (Low)** oder **Benutzerdefiniert (Custom)**). Siehe „Anteile“ auf Seite 22.
% Anteile (%Shares)	Anteilswert für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine, dividiert durch die Gesamtzahl an Anteilen, die allen untergeordneten Ressourcenpools des übergeordneten Ressourcenpools zugewiesen wurden. Dieser Wert ist unabhängig von der lokalen Anteilszuweisung des übergeordneten Ressourcenpools.
Typ (Type)	Reservierungstyp. Entweder **Feststehend (Fixed)** oder **Erweiterbar (Expandable)**. Siehe „Grundlegendes zu erweiterbaren Reservierungen“ auf Seite 31.

Ändern von Ressourcenpoolattributen

So nehmen Sie Änderungen an einem Ressourcenpool vor

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients den Ressourcenpool.

2 Klicken Sie im Befehlsfenster **Übersicht (Summary)** auf **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.



3 Im Dialogfeld **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)** können Sie sämtliche Attribute des ausgewählten Ressourcenpools ändern. Die Auswahlmöglichkeiten werden in Abschnitt „Erstellen von Ressourcenpools“ auf Seite 55 erörtert.

Überwachen der Ressourcenpoolleistung

Das Überwachen der Leistung eines Ressourcenpools ist dann nützlich, wenn Sie die Effizienz von Ressourcenpoolzuteilungen nachvollziehen möchten.

So überwachen Sie die Leistung eines Ressourcenpools

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster die virtuelle Maschine.

2 Klicken Sie auf die Registerkarte **Leistung (Performance)**.

Es werden Informationen über die Ressourcenpoolleistung angezeigt. Klicken Sie auf **Diagrammoptionen ändern (Change Chart Options)**, um das Leistungsdiagramm anzupassen. In der Onlinehilfe finden Sie eine ausführliche Beschreibung der Leistungsdiagramme und Informationen zu deren Konfiguration.

Hinzufügen virtueller Maschinen zu Ressourcenpools

Wenn Sie eine virtuelle Maschine erstellen, können Sie diese Maschine mit dem Assistenten zum Erstellen neuer virtueller Maschinen einem Ressourcenpool hinzufügen. Darüber hinaus können Sie eine bereits vorhandene virtuelle Maschine zu einem Ressourcenpool hinzufügen. In diesem Abschnitt werden beide Aufgaben erläutert.

So erstellen Sie eine virtuelle Maschine und fügen sie zu einem Ressourcenpool hinzu

1 Klicken Sie auf einen Host und anschließend auf die Option **Datei (File) > Neu (New) > Virtuelle Maschine (Virtual Machine)** (oder verwenden Sie die Tastenkombination „Strg+n“).

2 Geben Sie die Informationen zur virtuellen Maschine ein und legen Sie bei entsprechender Eingabeaufforderung des Assistenten als Speicherort einen Ressourcenpool fest.

Der Assistent speichert die virtuelle Maschine in dem von Ihnen ausgewählten Ressourcenpool.

So fügen Sie eine vorhandene virtuelle Maschine einem Ressourcenpool hinzu

1 Wählen Sie in der Bestandsliste eine beliebige virtuelle Maschine.

Die virtuelle Maschine kann mit einem eigenständigen Host, einem Cluster, oder einem anderen Ressourcenpool verknüpft sein.

2 Ziehen Sie die virtuelle(n) Maschine(n) in das gewünschte Ressourcenpoolobjekt.

Folgendes geschieht, wenn Sie eine virtuelle Maschine in einen neuen Ressourcenpool verschieben:

- Reservierung und Grenzwert der virtuellen Maschine ändern sich nicht.
- Wenn die Anteile der virtuellen Maschine hoch, mittel oder gering sind, gibt **% Anteile (%Shares)** die Gesamtzahl der im neuen Ressourcenpool genutzten Anteile wieder.
- Wurden der virtuellen Maschine benutzerdefinierte Anteile zugewiesen, bleibt der Anteilswert unverändert.

HINWEIS Da sich Anteilszuordnungen stets auf einen Ressourcenpool beziehen, müssen Sie die Anteile einer virtuellen Maschine möglicherweise beim Verschieben in einen Ressourcenpool manuell ändern, damit diese mit den relativen Werten im neuen Ressourcenpool konsistent sind. Es wird eine Meldung angezeigt, falls eine virtuelle Maschine einen sehr hohen (oder sehr geringen) Prozentsatz der gesamten Anteile erhalten würde.

- Die auf der Registerkarte **Ressourcenzuteilung (Resource Allocation)** angezeigten Informationen über die reservierten und nicht reservierten CPU- und Arbeitsspeicherressourcen des Ressourcenpools werden an die Änderungen angepasst, um die mit der virtuellen Maschine verknüpften Reservierungen anzuzeigen (falls vorhanden).

HINWEIS Falls die virtuelle Maschine ausgeschaltet oder angehalten wurde, kann sie zwar verschoben werden, die insgesamt verfügbaren Ressourcen (wie reservierte und nicht reservierte CPU- und Arbeitsspeicheranteile) des Ressourcenpools werden dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

Wenn eine virtuelle Maschine eingeschaltet ist und der Zielressourcenpool nicht über ausreichende CPU- oder Speicheranteile verfügt, um die Reservierung der virtuellen Maschine zu garantieren, wird die Verschiebung durch die Zugangssteuerung unterbunden. In einem Fehlerdialogfeld wird die Situation erläutert. Im

Fehlerdialogfeld werden die verfügbaren und angeforderten Ressourcen miteinander verglichen, sodass Sie abwägen können, ob das Problem durch eine entsprechende Anpassung behoben werden könnte. Siehe „Ressourcenpool-Zugangssteuerung“ auf Seite 54.

Entfernen virtueller Maschinen aus Ressourcenpools

Je nach dem, wie die virtuelle Maschine eingesetzt werden soll, gibt es verschiedene Möglichkeiten, um sie aus einem Ressourcenpool zu entfernen.

Virtuelle Maschine in einen anderen Ressourcenpool verschieben. Siehe „So fügen Sie eine vorhandene virtuelle Maschine einem Ressourcenpool hinzu“ auf Seite 65. Die virtuelle Maschine muss nicht ausgeschaltet werden, wenn Sie sie lediglich verschieben möchten.

Wenn Sie eine virtuelle Maschine aus einem Ressourcenpool entfernen, sinkt die Gesamtzahl der mit dem Ressourcenpool verknüpften Anteile, sodass jeder verbleibende Anteil nun mehr Ressourcen darstellt. Angenommen, Sie verfügen über einen Pool mit einer Berechtigung von 6 GHz, in dem drei virtuelle Maschinen enthalten sind, für deren Anteile die Einstellung auf **Normal** gesetzt wurde. Nehmen wir weiter an, die virtuellen Maschinen sind CPU-gebunden und verfügen über eine gleiche Zuteilung von je 2 GHz. Falls nun eine der drei Maschinen in einen anderen Ressourcenpool verschoben wird, erhalten die beiden verbleibenden virtuellen Maschinen eine gleiche Zuteilung von je 3 GHz.

Virtuelle Maschine aus der Bestandsliste entfernen oder von der Festplatte löschen. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die virtuelle Maschine (oder drücken Sie die Taste **Entf (Delete)**.

Die virtuelle Maschine muss ausgeschaltet sein, damit sie vollständig entfernt werden kann. Siehe *Benutzerhandbuch zu Virtual Infrastructure*.

Ressourcenpools und Cluster

Wird ein Host mit einer vorhandenen Ressourcenpoolhierarchie zu einem Cluster hinzugefügt, hängt das weitere Verfahren vom Cluster ab. Sie haben die folgenden zwei Möglichkeiten:

- „Für DRS aktivierte Cluster“ auf Seite 67
- „Für DRS deaktivierter Cluster“ auf Seite 68

Für DRS aktivierte Cluster

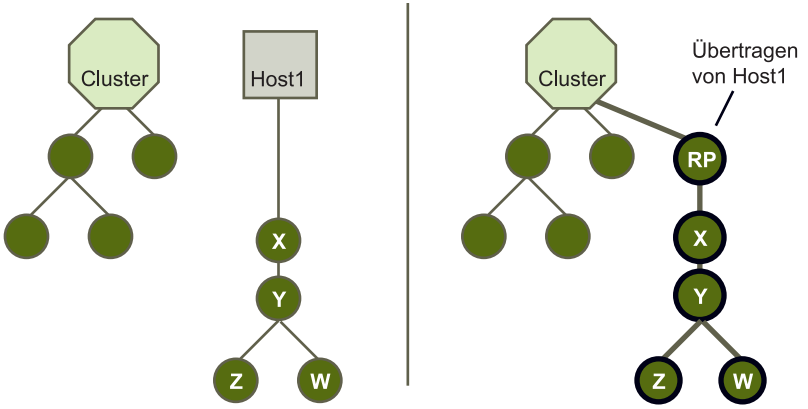
Ist DRS für einen Cluster aktiviert und wird mindestens ein Host in diesen Cluster verschoben, können Sie mithilfe eines Assistenten wählen, wie mit den Ressourcenpools des Hosts verfahren werden soll.

Virtuelle Maschinen dieses Hosts im Root-Ressourcenpool des Clusters platzieren. Blendet die Hierarchie des Hostressourcenpools aus und macht alle virtuellen Maschinen zu direkten Unterobjekten des Clusters. Dies entspricht dem unter „Für DRS deaktivierter Cluster“ auf Seite 68 dargestellten Verhalten.

HINWEIS In diesem Fall müssen Sie möglicherweise die mit den einzelnen virtuellen Maschinen verknüpften Anteilswerte manuell anpassen, da sich die Anteile der ursprünglichen Hosthierarchie auf die Ressourcenpools des Hosts beziehen.

Einen neuen Ressourcenpool für die virtuellen Maschinen und Ressourcenpools dieses Hosts erstellen. Erstellt einen Ressourcenpool gemäß Root-Ressourcenpool des Hosts. Standardmäßig hat der Ressourcenpool die Bezeichnung **Übertragen von <Hostname>**, Sie können jedoch einen anderen Namen wählen. Der Begriff „grafted“ bedeutet eigentlich „aufpfropfen“, d. h. die Strukturierung des Hosts wird der des Clusters hinzugefügt.

Abbildung 3-5. Auf den Cluster übertragene Ressourcenpoolhierarchie



Im obigen Beispiel in Abbildung 3-5 verfügen sowohl der **Cluster** als auch **Host1** über eine Ressourcenpoolhierarchie. Wird nun der Host zum Cluster hinzugefügt, wird der nicht sichtbare Hostressourcenpool der obersten Ebene in die Ressourcenpoolhierarchie des Clusters übertragen und standardmäßig **Übertragen von Host1 (Grafted from Host1)** genannt.

HINWEIS Die Zuteilung der Anteile wird durch das Verschieben des Hosts in den Cluster nicht beeinflusst. Prozentsätze werden ggf. angepasst.

Die Ressourcenpoolhierarchie ist nun völlig unabhängig vom Host. Wird der Host zu einem späteren Zeitpunkt aus dem Cluster entfernt, behält der Cluster, im Gegensatz zum Host, die Ressourcenpoolhierarchie bei (die virtuellen Maschinen werden jedoch zusammen mit dem Host entfernt). Siehe „Entfernen von Hosts aus einem Cluster“ auf Seite 122.

HINWEIS Der Host muss in den Wartungsmodus wechseln, bevor er aus dem Cluster entfernt werden kann. Siehe „Wartungsmodus und Standby-Modus des Hosts“ auf Seite 84.

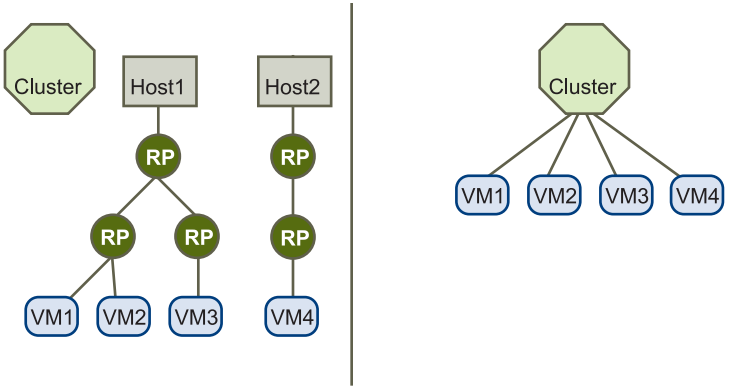
Für DRS deaktivierter Cluster

Falls der Cluster nur für HA aktiviert ist (oder weder für HA noch für DRS) und mindestens ein Host in den Cluster verschoben wird, wird der Cluster Besitzer der Ressourcen. Die Hosts und virtuellen Maschinen werden mit dem Cluster verknüpft. Die Ressourcenpoolhierarchie geht dabei verloren.

HINWEIS In einem für DRS deaktivierten Cluster gibt es keine clusterweite, anteilsbezogene Ressourcenverwaltung, d. h. die Anteile der virtuellen Maschinen beziehen sich weiterhin auf die einzelnen Hosts.

In Abbildung 3-6 verfügen sowohl Host H1 als auch Host H2 über eine Ressourcenpoolhierarchie und virtuelle Maschinen. Werden die beiden Hosts zu Cluster C hinzugefügt, wird die Ressourcenpoolhierarchie aufgehoben und sowohl die virtuellen Maschinen als auch die Hosts werden zu direkten untergeordneten Objekten des Clusters.

Abbildung 3-6. Aufgehobene Ressourcenpoolhierarchie



Grundlegendes zu Clustern 4

Dieses Kapitel ist eine konzeptionelle Einführung in das Thema Cluster sowie in die VMware DRS- (Distributed Resource Scheduler) und HA-Funktionen.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Einführung in das Thema Cluster“ auf Seite 71
- „Grundlegendes zu VMware DRS“ auf Seite 74
- „Grundlegendes zu VMware HA“ auf Seite 86
- „Gemeinsame Verwendung von HA und DRS“ auf Seite 95
- „Gültige, gelbe und rote Cluster“ auf Seite 96

HINWEIS Bei allen beschrieben Aufgaben wird vorausgesetzt, dass Sie über die Berechtigung zur Ausführung der Aufgaben verfügen. Informationen zu Berechtigungen und deren Einstellung finden Sie in der Onlinehilfe.

Einführung in das Thema Cluster

Ein Cluster ist eine Sammlung von ESX Server-Hosts und verknüpften virtuellen Maschinen mit gemeinsam genutzten Ressourcen und einer gemeinsamen Verwaltungsoberfläche. Wenn Sie einem Cluster einen Host hinzufügen, werden die Ressourcen des Hosts zu den Ressourcen des Clusters hinzugefügt. Wenn Sie einen Cluster erstellen, können Sie ihn für DRS, HA oder beides aktivieren.

Weitere Informationen zu den virtuellen Maschinen innerhalb eines Clusters und deren Konfiguration finden Sie unter „Clustervoraussetzungen“ auf Seite 105.

HINWEIS Sie können einen Cluster zwar ohne zusätzliche Lizenz erstellen, zur Aktivierung der DRS- und HA-Funktionen für einen Cluster benötigen Sie jedoch eine Lizenz.

VMware DRS

Die DRS-Funktion verbessert die host- und ressourcenpoolübergreifende Ressourcenzuteilung. DRS erfasst Informationen zur Ressourcennutzung aller Hosts und virtuellen Maschinen im Cluster und erzeugt Empfehlungen für die Platzierung virtueller Maschinen und für den Hostenergiestatus der Maschine. Diese Empfehlungen können automatisch angewendet werden. Abhängig von der konfigurierten DRS-Automatisierungsebene zeigt bzw. wendet DRS folgende Arten von Empfehlungen an:

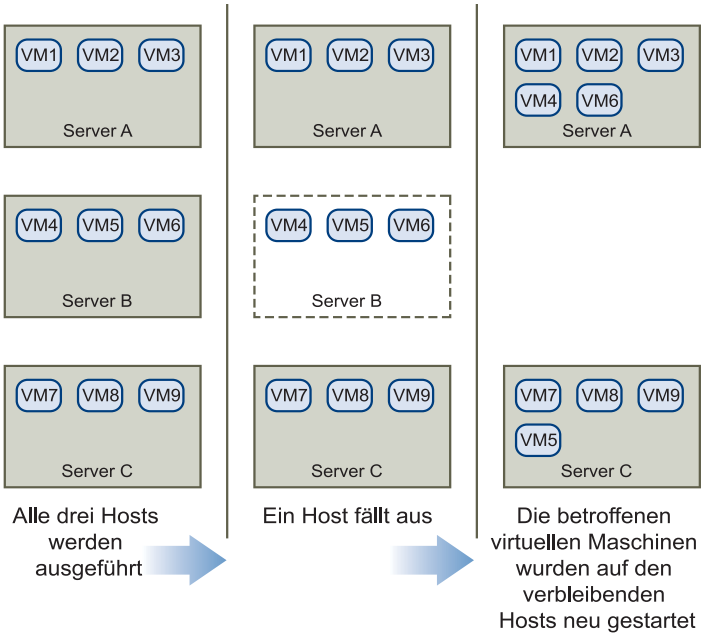
- **Anfängliche Platzierung** – Wird eine virtuelle Maschine erstmalig im Cluster eingeschaltet, nimmt DRS entweder eine geeignete Platzierung der virtuellen Maschine vor oder gibt eine Empfehlung aus. Siehe „Anfängliche Platzierung“ auf Seite 75.
- **Migration** – Zur Laufzeit versucht DRS die Ressourcennutzung innerhalb des Clusters zu optimieren und Regelverletzungen zu beheben, indem entweder Migrationen durchgeführt oder Empfehlungen für die Migration virtueller Maschinen ausgegeben werden. Siehe „Lastenausgleich und Migration virtueller Maschinen“ auf Seite 79.
- **Energieverwaltung** – Wenn die DPM-Funktion (Distributed Power Management) aktiviert ist, vergleicht DRS die Kapazitäten auf Cluster- und Hostebene mit dem Bedarf zur Ausführung der virtuellen Maschinen im Cluster. Hierbei wird ebenfalls der Bedarfsverlauf über die Zeit berücksichtigt. Es wird ggf. empfohlen, einen Host in den Standby-Modus zu versetzen, wenn eine ausreichende Überkapazität ermittelt wird. Ebenso kann das Einschalten von Hosts empfohlen werden, wenn mehr Kapazität benötigt wird. Je nach Empfehlungen für den Hostenergiestatus müssen virtuelle Maschinen möglicherweise auf einen Host migriert oder von diesem verschoben werden. Siehe „Verteilte Energieverwaltung“ auf Seite 82.

VMware HA

Ein für HA aktivierter Cluster überwacht, ob Hostausfälle auftreten. Fällt ein Host aus, werden alle virtuellen Maschinen des Hosts umgehend auf anderen Hosts neu gestartet.

Bei der Aktivierung der HA-Funktion für einen Cluster können Sie die Anzahl der zulässigen Hostausfälle zu bestimmen. Wird die Anzahl an Hostausfällen auf **1** festgelegt, reserviert HA innerhalb des Clusters eine ausreichende Kapazität, um den Ausfall eines Hosts zu tolerieren und einen Neustart aller auf diesem Host befindlichen gerade ausgeführten virtuellen Maschinen auf den verbleibenden Hosts durchzuführen. Standardmäßig kann eine virtuelle Maschine nicht eingeschaltet werden, wenn dadurch die erforderliche Failover-Kapazität beeinträchtigt wird (strengeZugangssteuerung). Siehe „Grundlegendes zu VMware HA“ auf Seite 86.

Abbildung 4-1. VMware HA



In Abbildung 4-1 verfügen drei Hosts über je drei virtuelle Maschinen und der zugehörige HA-Cluster ist für das Failover eines Hosts konfiguriert. Fällt Host B aus, migriert HA die virtuellen Maschinen von Host B zu Host A und Host C.

Cluster und VirtualCenter-Ausfall

Der VirtualCenter Server platziert auf jedem Host einen Agenten. Fällt der VirtualCenter Server aus, ändern sich die HA- und DRS-Funktionen wie folgt:

- **HA** – HA-Cluster arbeiten auch nach einem Ausfall von VirtualCenter Server weiter und können bei einem Failover weiterhin virtuelle Maschinen auf anderen Hosts starten. Informationen zu spezifischen Clustereigenschaften der virtuellen Maschine (wie z. B. Priorität und Isolierungsreaktion) basieren jedoch auf dem Status des Clusters vor dem Ausfall von VirtualCenter Server.
- **DRS** – Die in den DRS-Clustern befindlichen Hosts werden unter Nutzung der verfügbaren Ressourcen weiterhin ausgeführt, es werden jedoch keine Empfehlungen für eine Ressourcenoptimierung ausgegeben.

Wenn Sie mithilfe eines VI-Clients, der mit einem ESX Server-Host verbunden ist, Änderungen an den Hosts oder virtuellen Maschinen vornehmen müssen, während VirtualCenter Server nicht verfügbar ist, werden diese Änderungen dennoch übernommen. Ist VirtualCenter anschließend wieder verfügbar, sind einige Cluster möglicherweise rot oder gelb gekennzeichnet, da die Clusteranforderungen nicht mehr erfüllt werden.

Grundlegendes zu VMware DRS

Wird DRS für einen Cluster aktiviert wird, überwacht VirtualCenter kontinuierlich die Verteilung von CPU- und Arbeitsspeicherressourcen für alle Hosts und virtuellen Maschinen im Cluster. DRS vergleicht diese Metriken mit dem aktuellen Bedarf und der idealen Ressourcennutzung, die sich aufgrund der Attribute der Ressourcenpools und der virtuellen Maschinen des Clusters ergibt, und bietet entsprechende Migrationsempfehlungen. Auch bei aktivierter DPM-Funktion überwacht DRS die Kapazitäten der Cluster- und Hostebene für ausgeführte virtuelle Maschinen und gibt Empfehlungen zum Ein- bzw. Ausschalten von Hosts oder basierend darauf aus, ob die Kapazität ausreichend ist, oder nicht.

Wird ein Host zu einem DRS-Cluster hinzugefügt, werden die Ressourcen dieses Hosts mit dem Cluster verknüpft. Der Benutzer wird zur Eingabe aufgefordert, ob vorhandene virtuelle Maschinen und Ressourcenpools dem Root-Ressourcenpool des Clusters zugeordnet oder die Ressourcenpoolhierarchie übertragen werden soll. Siehe „Ressourcenpools und Cluster“ auf Seite 66. VirtualCenter kann anschließend eine anfängliche Platzierung der virtuellen Maschinen, die Migration virtueller Maschinen für den Lastenausgleich und die Durchsetzung von Regeln und (falls aktiviert) die aktivierte Energieverwaltung durchführen.

Anfängliche Platzierung

Wenn Sie versuchen, eine einzelne virtuelle Maschine oder eine Gruppe virtueller Maschinen in einem für DRS aktivierten Cluster einzuschalten, prüft VirtualCenter, ob der Cluster über genügend Ressourcen zur Unterstützung der virtuellen Maschine(n) verfügt. Anschließend ermittelt VirtualCenter für jede virtuelle Maschine einen Host für die VM-Ausführung. Anschließend wird einer der folgenden Schritte ausgeführt:

Automatische Platzierung. Wenn alle platzierungsbezogenen Aufgaben in den automatischen Modus geschaltet wurden (Einschalten virtueller Maschinen, Migration, Einschalten von Hosts), werden diese Schritte ausgeführt, ohne dass dem Benutzer Empfehlungen angezeigt werden.

Empfehlung zur anfänglichen Platzierung. Wenn die Automatisierungsebene einer *beliebigen* platzierungsbezogenen Aufgabe als manuell festgelegt wurde. Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung, die Benutzer in nicht automatischen Platzierungsszenarien erhalten, unterscheiden sich in Abhängigkeit davon, ob nur eine oder mehrere virtuelle Maschinen eingeschaltet wurden.

HINWEIS Es werden keine Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung für virtuelle Maschinen auf eigenständigen Hosts oder in Nicht-DRS-Clustern ausgegeben. Beim Einschalten werden diese auf dem Host platziert, auf dem sie sich derzeit befinden.

Einschalten einer einzelnen virtuellen Maschine

Wenn eine einzelne virtuelle Maschine eingeschaltet wird, gibt es zwei Arten von Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung:

- Es wird eine einzelne virtuelle Maschine eingeschaltet, es sind keine vorbereitenden Schritte erforderlich.

  Dem Benutzer wird eine Liste sich gegenseitig ausschließender Platzierungsempfehlungen für die virtuelle Maschine angezeigt (Abbildung 4-2). Sie können nur eine wählen.

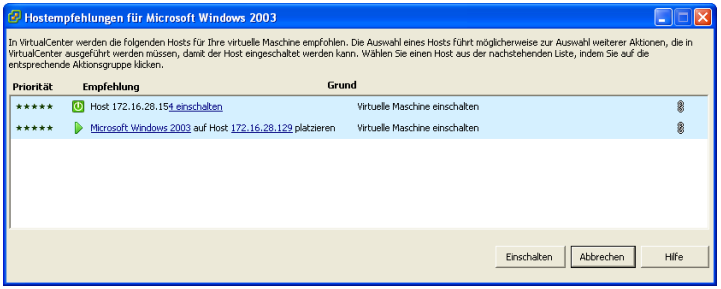
Abbildung 4-2. Einzelne virtuelle Maschine, keine vorbereitenden Schritte

Hostempfehlungen für Microsoft Windows XP SP2
In VirtualCenter werden die folgenden Hosts für Ihre virtuelle Maschine empfohlen. Die Auswahl eines Hosts führt möglicherweise zur Auswahl weiterer Aktionen, die in VirtualCenter ausgeführt werden müssen, damit der Host eingeschaltet werden kann. Wählen Sie einen Host aus der nachstehenden Liste, indem Sie auf die entsprechende Aktionsgruppe klicken.
Priorität
Empfehlung
Grund
Microsoft Windows XP SP2 auf Host host151.vmlab...
Virtuelle Maschine einschalten
Microsoft Windows XP SP2 auf Host host129.vmlab...
Virtuelle Maschine einschalten
Einschalten
Abbrechen
Hilfe

- Es wird eine einzelne virtuelle Maschine eingeschaltet, es sind jedoch vorbereitende Schritte erforderlich.

  Zu diesen Schritten gehören das Versetzen eines Hosts in den Standby-Modus oder das Migrieren anderer virtueller Maschinen zwischen Hosts. In diesem Fall wird nur eine mehrzeilige Empfehlung ausgegeben, die alle vorbereitenden Schritte zeigt. Der Benutzer kann entweder die gesamte Empfehlung akzeptieren oder das Einschalten der virtuellen Maschine abbrechen (Abbildung 4-3).

Abbildung 4-3. Einzelne virtuelle Maschine mit vorbereitenden Schritten


Hostempfehlungen für Microsoft Windows 2003
In VirtualCenter werden die folgenden Hosts für Ihre virtuelle Maschine empfohlen. Die Auswahl eines Hosts führt möglicherweise zur Auswahl weiterer Aktionen, die in VirtualCenter ausgeführt werden müssen, damit der Host eingeschaltet werden kann. Wählen Sie einen Host aus der nachstehenden Liste, indem Sie auf die entsprechende Aktionsgruppe klicken.
Priorität
Empfehlung
Grund
Host 172.16.28.154 einschalten
Virtuelle Maschine einschalten
Microsoft Windows 2003 auf Host 172.16.28.129 platzieren
Virtuelle Maschine einschalten
Einschalten
Abbrechen
Hilfe

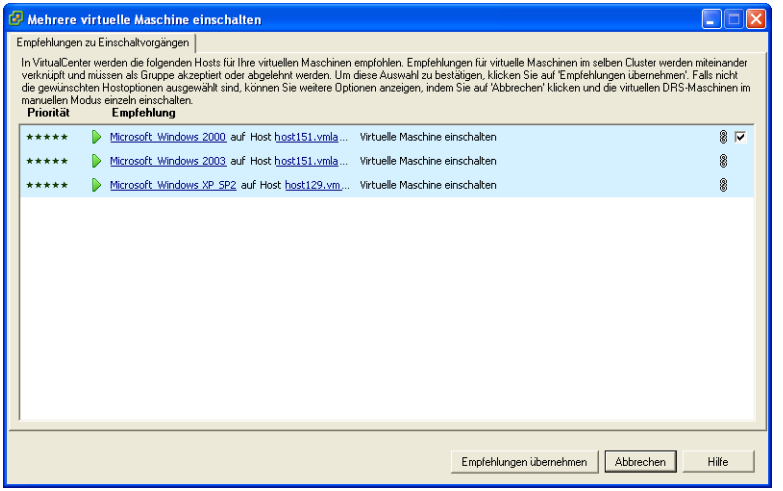
Gruppeneinschaltvorgang

Sie können versuchen, mehrere virtuelle Maschinen gleichzeitig einzuschalten (*Gruppeneinschaltvorgang*). Es ist nicht erforderlich, dass sich die für einen Gruppeneinschaltvorgang ausgewählten virtuellen Maschinen im selben DRS-Cluster befinden. Sie können aus verschiedenen Clustern ausgewählt werden, müssen sich aber im selben Datencenter befinden. Es ist auch möglich, virtuelle Maschinen einzuschließen, die sich in Nicht-DRS-Clustern oder auf eigenständigen Hosts befinden, diese werden jedoch automatisch eingeschaltet und in eine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung nicht einbezogen.

Die Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung für Gruppeneinschaltvorgänge werden auf Clusterbasis gegeben. Wenn alle platzierungsbezogenen Schritte für einen Gruppeneinschaltvorgang im automatischen Modus ablaufen, werden die virtuellen Maschinen ohne Empfehlung zur anfänglichen Platzierung eingeschaltet. Wenn die platzierungsbezogenen Schritte für eine der virtuellen Maschinen auf manuell gesetzt ist, erfolgt das Einschalten aller virtuellen Maschinen (einschließlich derer im automatischen Modus) manuell und wird in einer Empfehlung zur anfänglichen Platzierung einbezogen.

Für jeden DRS-Cluster, dem die einzuschaltenden VMs angehören, gibt es eine Einzelempfehlung, die alle erforderlichen vorbereitenden Schritte umfasst (oder keine Empfehlung). Sämtliche dieser clusterspezifischen Empfehlungen werden zusammen auf der Registerkarte **Empfehlungen zum Einschalten (Power On Recommendations)** angezeigt (Abbildung 4-4).

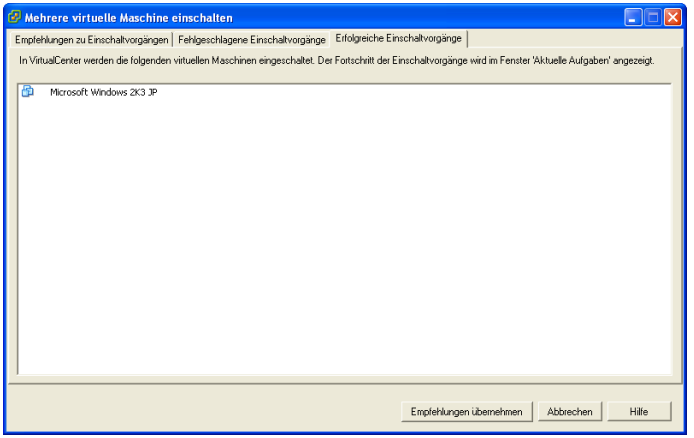
Abbildung 4-4. Empfehlungen zum Gruppeneinschaltvorgang


Mehrere virtuelle Maschine einschalten
Empfehlungen zu Einschaltvorgängen
In VirtualCenter werden die folgenden Hosts für Ihre virtuellen Maschinen empfohlen. Empfehlungen für virtuelle Maschinen im selben Cluster werden miteinander verknüpft und müssen als Gruppe akzeptiert oder abgelehnt werden. Um diese Auswahl zu bestätigen, klicken Sie auf 'Empfehlungen übernehmen'. Falls nicht die gewünschten Hostoptionen ausgewählt sind, können Sie weitere Optionen anzeigen, indem Sie auf 'Abbrechen' klicken und die virtuellen DRS-Maschinen im manuellen Modus einzeln einschalten.
Priorität
Empfehlung
***** Microsoft Windows 2000 auf Host host151.vmla... Virtuelle Maschine einschalten
***** Microsoft Windows 2003 auf Host host151.vmla... Virtuelle Maschine einschalten
***** Microsoft Windows XP SP2 auf Host host129.vm... Virtuelle Maschine einschalten
Empfehlungen übernehmen
Abbrechen
Hilfe

Wenn ein nicht automatischer Gruppeneinschaltversuch unternommen wird und virtuelle Maschinen beteiligt sind, für die keine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung ausgegeben wurde (d. h. VMs auf eigenständigen Hosts oder in Nicht-DRS-Clustern), versucht VirtualCenter, diese automatisch einzuschalten. Falls der Einschaltvorgang erfolgreich ist, werden die VMs auf der Registerkarte

Erfolgreiche Einschaltvorgänge (Started Power-Ons) angezeigt. Alle virtuellen Maschinen, bei denen das Einschalten auf diese Weise fehlschlägt, werden auf der Registerkarte **Fehlgeschlagene Einschaltvorgänge (Failed Power-Ons)** angezeigt. Siehe Abbildung 4-5.

Abbildung 4-5. Automatischer Gruppeneinschaltvorgang

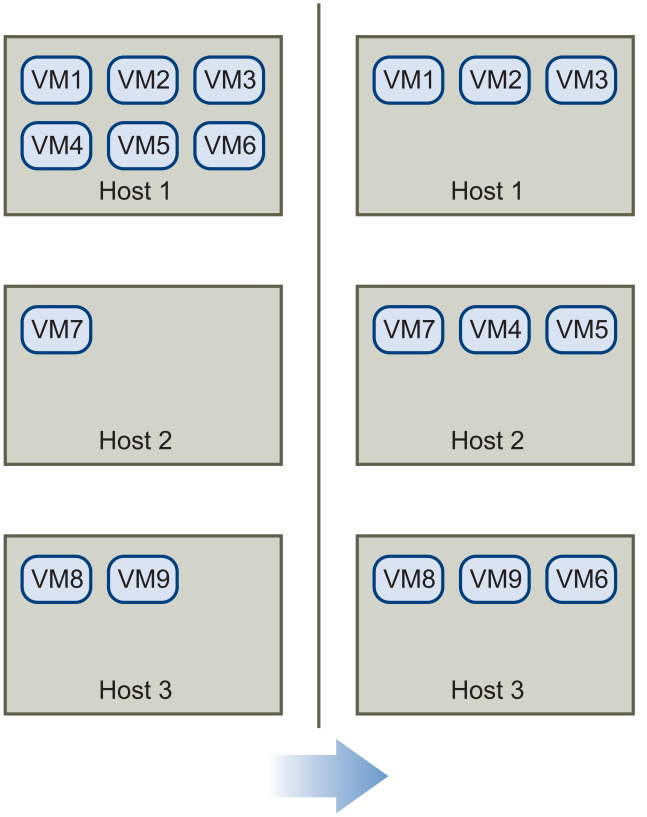

Mehrere virtuelle Maschine einschalten
Empfehlungen zu Einschaltvorgängen
Fehlgeschlagene Einschaltvorgänge
Erfolgreiche Einschaltvorgänge
In VirtualCenter werden die folgenden virtuellen Maschinen eingeschaltet. Der Fortschritt der Einschaltvorgänge wird im Fenster 'Aktuelle Aufgaben' angezeigt.
Microsoft Windows 2K3 JP
Empfehlungen übernehmen
Abbrechen
Hilfe

Beispiel zum Gruppeneinschaltvorgang: Der Benutzer wählt drei virtuelle Maschinen aus demselben Datencenter für einen Gruppeneinschaltvorgang aus. Die ersten beiden virtuellen Maschinen (VM1 und VM2) befinden sich im selben DRS-Cluster (Cluster1), während die dritte virtuelle Maschine (VM3) ein eigenständiger Host ist. VM1 befindet sich im automatischen und VM2 im manuellen Modus. In diesem Szenario wird dem Benutzer eine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung für Cluster1 angezeigt (auf der Registerkarte **Empfehlungen zu Einschaltvorgängen (Power On Recommendations)**), die Aktionen zum Einschalten von VM1 und VM2 umfasst. Es wird versucht, VM3 automatisch einzuschalten. Ist dies erfolgreich, wird VM3 auf der Registerkarte **Erfolgreiche Einschaltvorgänge (Started Power Ons)** aufgeführt. Schlägt der Versuch fehl, wird die virtuelle Maschine auf der Registerkarte **Fehlgeschlagene Einschaltversuche (Failed Power Ons)** aufgelistet.

Lastenausgleich und Migration virtueller Maschinen

Ein für DRS aktivierter Cluster wird möglicherweise nicht ausgeglichen. Ein Beispiel finden Sie in Abbildung 4-6. Die drei Hosts links in der Abbildung sind nicht ausgeglichen. Angenommen, Host 1 und Host 2 verfügen über identische Kapazitäten und alle virtuellen Maschinen über dieselbe Konfiguration und Last. Trotzdem sind die Ressourcen von Host 1 überansprucht, da sechs virtuelle Maschinen vorhanden sind, während auf Host 2 und Host 3 ausreichend Ressourcen zur Verfügung stehen. DRS migriert deshalb virtuelle Maschinen von Host 1 zu Host 2 und Host 3 (bzw. bietet diese Migration an). Rechts in der Abbildung wird das Ergebnis der ordnungsgemäßen Lastenausgleichskonfiguration der Hosts gezeigt.

Abbildung 4-6. VMware DRS



Im Falle eines Ungleichgewichts bei einem Cluster, gibt DRS – je nach Automatisierungsebene – Empfehlungen aus oder migriert die virtuellen Maschinen:

- Wenn es sich um einen *manuellen* oder *teilautomatisierten* Cluster handelt, führt VirtualCenter keine automatischen Aktionen zum Ausgleich der Ressourcen durch. Vielmehr wird auf der Seite **Übersicht (Summary)** darauf hingewiesen, dass Migrationsempfehlungen verfügbar sind. Auf der Seite **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** werden die Änderungsempfehlungen angezeigt, die zur effizientesten Ressourcennutzung innerhalb des Clusters führen.
- Wenn es sich um einen Cluster und virtuelle Maschinen handelt, die *vollautomatisiert* sind, migriert VirtualCenter ausgeführte virtuelle Maschinen bei Bedarf zwischen den Hosts, um eine effiziente Nutzung der Clusterressourcen sicherzustellen.

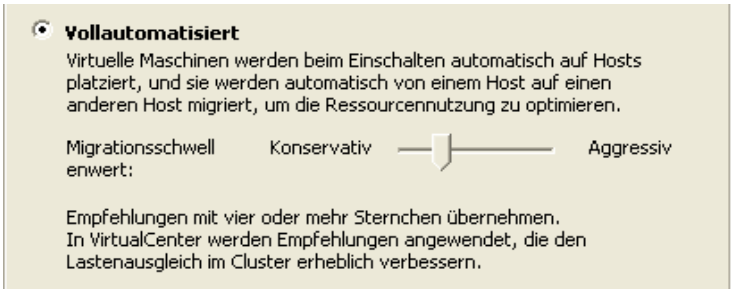
HINWEIS Auch bei der Einrichtung einer automatischen Migration können Benutzer einzelne virtuelle Maschinen explizit migrieren, allerdings könnte VirtualCenter diese virtuellen Maschinen bei der Optimierung von Clusterressourcen auf andere Hosts verschieben.

Standardmäßig wird die Automatisierungsebene für den gesamten Cluster festgelegt. Für einzelne virtuelle Maschinen kann auch eine benutzerdefinierte Automatisierungsebene festgelegt werden.

Migrationsschwellenwert

Mithilfe des Migrationsschwellenwerts kann festgelegt werden, welche Empfehlungen angewandt werden, wenn sich der Cluster im vollautomatisierten Modus befindet. Siehe Abbildung 4-7. Hierzu können Sie den Schieberegler auf eine von fünf Stufen einstellen, die von **Konservativ (Conservative)**, für die geringste Anzahl an Migrationen, bis hin zu **Aggressiv (Aggressive)**, für die höchste Anzahl an Migrationen, gehen. Bei den fünf Migrationsstufen werden Empfehlungen basierend auf der zugewiesenen Sternbewertung angewendet.

Abbildung 4-7. Migrationsschwellenoptionen


Vollautomatisiert
Virtuelle Maschinen werden beim Einschalten automatisch auf Hosts platziert, und sie werden automatisch von einem Host auf einen anderen Host migriert, um die Ressourcennutzung zu optimieren.
Migrationsschwellenwert:
Konservativ
Aggressiv
Empfehlungen mit vier oder mehr Sternchen übernehmen.
In VirtualCenter werden Empfehlungen angewendet, die den Lastenausgleich im Cluster erheblich verbessern.

Entsprechend dem Grad der Verbesserung des Lastenausgleichs im Cluster werden den Migrationsempfehlungen Sternbewertungen zugewiesen. Diese reichen von obligatorischen Empfehlungen mit fünf Sternen bis hin zu Empfehlungen mit einem Stern, die für eine geringe Verbesserung stehen. Jeder Stufe, die Sie den Schieberegler nach rechts bewegen, lässt für die eingeschlossenen Anwendung ein niedrigere Stufe der Sternbewertungen zu. Bei der konservativen Einstellung werden nur Empfehlungen mit fünf Sternen, bei der nächsten Stufe rechts daneben Empfehlungen mit vier oder mehr Sternen usw. angewendet, bis hin zur aggressiven Stufe, die Empfehlungen mit einem Stern oder mehreren Sternen anwendet (d. h. alle Empfehlungen werden angewendet).

Migrationsempfehlungen

Bei der Erstellung eines Clusters im standardmäßigen manuellen oder teilautomatisierten Modus zeigt VirtualCenter auf der Seite **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** Migrationsempfehlungen an. Das System liefert so viele Empfehlungen, wie für die Durchsetzung von Regeln und dem Ressourcenausgleich des Clusters erforderlich sind. Jede Empfehlung enthält die zu verschiebende virtuelle Maschine, den aktuellen Host (Quellhost) und den Zielhost sowie einen Grund für die Empfehlung. Folgende Gründe sind möglich:

- Ausgleichen durchschnittlicher CPU-Lasten.
- Ausgleichen durchschnittlicher Arbeitsspeicherlasten.
- Anwenden von Ressourcenpoolreservierungen.
- Anwenden einer Affinitäts- oder Anti-Affinitätsregel. Siehe „Verwenden von DRS-Affinitätsregeln“ auf Seite 127.
- Host wechselt in den Wartungsmodus. Siehe „Wartungsmodus und Standby-Modus des Hosts“ auf Seite 84.

Verteilte Energieverwaltung

Wenn diese experimentelle Funktion aktiviert ist, kann ein DRS-Cluster die Energieversorgung verringern, indem Empfehlungen ausgegeben werden, die sich aus einem Vergleich der Kapazität auf Clusterebene und dem Bedarf ergeben. Falls die Kapazität als nicht ausreichend betrachtet wird, empfiehlt DRS, Hosts einzuschalten und darauf virtuelle Maschinen (mit VMware VMotion™) zu migrieren. Wenn im Gegensatz dazu eine Überkapazität ermittelt wurde, empfiehlt DRS, einige Hosts in den *Standby*-Modus zu versetzen und vorher alle darauf ausgeführten virtuellen Maschinen auf andere Hosts zu migrieren. Siehe „Standby-Modus“ auf Seite 85. Ob diese Empfehlungen zum Energiestatus des Hosts und zur Migration automatisch angewendet wird, hängt von der für die DPM-Funktion gewählte Automatisierungsebene ab.

Bevor die verteilte Energieverwaltung für einen DRS-Cluster aktiviert werden kann, müssen Sie sicherstellen, dass ESX Server-Hosts über die entsprechende Hardwareunterstützung und -konfiguration verfügen. Insbesondere müssen die vom VMkernel-Netzwerk verwendeten Netzwerkkarten über die WOL-Funktion (Wake-On-LAN) verfügen, über die ein ESX Server-Host im ausgeschalteten Zustand wieder eingeschaltet werden kann. Diese WOL-Funktion sollten Sie für jeden ESX Server 3.5-Host (oder ESX Server 3i-Host der Version 3.5) testen, auf dem die Distributed Power Management-Anwendung bereitgestellt werden soll. Stellen Sie hierzu sicher, dass mindestens ein weiter ESX Server-Host im Cluster eingeschaltet ist (zum Senden der Wake-On-LAN-Pakete), versetzen Sie den zu testenden Host ausdrücklich in den Standby-Zustand und prüfen Sie anschließend, ob diese explizite Anforderung, den Host aus dem Standby-Modus wieder einzuschalten, erfolgreich war. Ist dies nicht der Fall, wird empfohlen, bei der Konfiguration keine Energieverwaltung durch Distributed Power Management festzulegen.

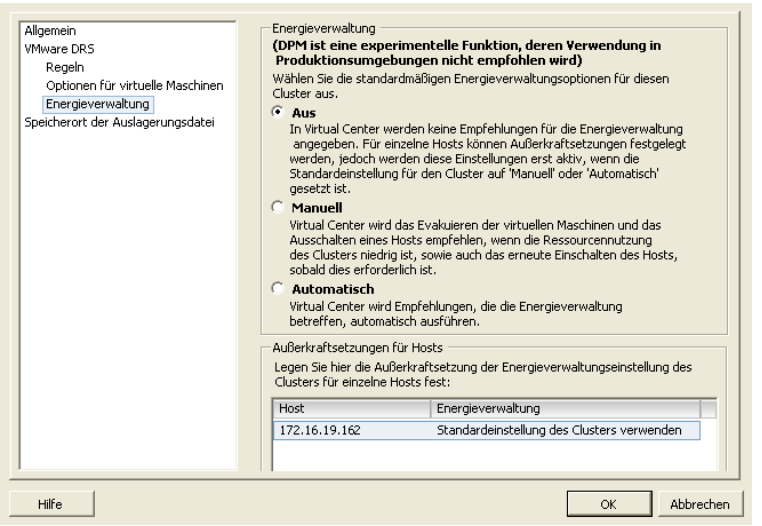
VORSICHT Vor der Implementierung von Distributed Power Management, sollten sie die Wake-On-LAN-Fähigkeit Ihres Hosts testen. Schlägt die WOL-Funktion fehl, werden möglicherweise Hosts durch die Energieverwaltungsfunktion ausgeschaltet, die diese später nicht mehr einschalten kann.

Die standardmäßige Automatisierungsebene der Energieverwaltung für einen DRS-Cluster wird im Dialogfeld **Einstellung (Settings)** für den Cluster über die Registerkarte **Energieverwaltung (Power Management)** ausgewählt. Siehe Abbildung 4-8. Die Funktion wird immer dann aktiviert, wenn die Einstellung nicht deaktiviert ist. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- **Aus** – Die Funktion ist deaktiviert, es werden keine Empfehlungen gegeben.
- **Manuell** – Es werden Empfehlungen zum Betriebsvorgang des Hosts und zur verbundenen VM-Migration gemacht, die Empfehlungen werden jedoch nicht automatisch angewendet.
- **Automatisch** – Betriebszustandsänderungen des Hosts werden automatisch ausgeführt, wenn alle damit verbundene Migrationen virtueller Maschinen automatisch ausgeführt werden können.

Zusätzlich zu diesen Einstellungen auf Clusterebene können Sie ebenfalls Außerkraftsetzungen für einzelne Hosts festlegen, sodass sich deren Automatisierungsebene von der des Clusters unterscheidet. Derartige Außerkraftsetzungen werden nur angewendet, wenn die Funktion für den Cluster aktiviert ist (d. h. nicht auf **Aus (Off)** gesetzt).

Abbildung 4-8. Automatisierungsebene der Energieverwaltung und Außerkraftsetzungen für Hosts


Allgemein
VMware DRS
Regeln
Optionen für virtuelle Maschinen
Energieverwaltung
Speicherort der Auslagerungsdatei
Energieverwaltung
(DPM ist eine experimentelle Funktion, deren Verwendung in Produktionsumgebungen nicht empfohlen wird)
Wählen Sie die standardmäßigen Energieverwaltungsoptionen für diesen Cluster aus.
Aus
In Virtual Center werden keine Empfehlungen für die Energieverwaltung angegeben. Für einzelne Hosts können Außerkraftsetzungen festgelegt werden, jedoch werden diese Einstellungen erst aktiv, wenn die Standardeinstellung für den Cluster auf 'Manuell' oder 'Automatisch' gesetzt ist.
Manuell
Virtual Center wird das Evakuieren der virtuellen Maschinen und das Ausschalten eines Hosts empfehlen, wenn die Ressourcennutzung des Clusters niedrig ist, sowie auch das erneute Einschalten des Hosts, sobald dies erforderlich ist.
Automatisch
Virtual Center wird Empfehlungen, die die Energieverwaltung betreffen, automatisch ausführen.
Außerkraftsetzungen für Hosts
Legen Sie hier die Außerkraftsetzung der Energieverwaltungseinstellung des Clusters für einzelne Hosts fest:
Host
Energieverwaltung
172.16.19.162
Standardeinstellung des Clusters verwenden
Hilfe
OK
Abbrechen

HINWEIS Die Automatisierungsebene der Energieverwaltung unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen DRS-Automatisierungsebene (für den Lastenausgleich). Zudem sind die durch Distributed Power Management generierten Empfehlungen Sternbewertungen zugewiesen, die für deren relative Bedeutung stehen, durch den DRS-Migrationsschwellenwert werden sie jedoch nicht gesteuert.

DRS-Cluster, Ressourcenpools und ESX Server

Bei für DRS aktivierten Clustern werden dem Cluster die Ressourcen aller Hosts zugewiesen.

DRS verwendet intern die auf den einzelnen Host bezogenen Ressourcenpoolhierarchien, um eine für den ganzen Cluster geltende Ressourcenpoolhierarchie zu implementieren. Wird der Cluster mithilfe eines mit einem VirtualCenter Server verbundenen VI-Clients angezeigt, ist die durch DRS implementierte Ressourcenpoolhierarchie sichtbar.

Werden einzelne Hosts mithilfe eines mit einem ESX Server-Host verbundenen VI-Clients angezeigt, wird die zugrunde liegende Ressourcenpoolhierarchie dargestellt. Da DRS ohnehin eine möglichst ausgeglichene Ressourcenpoolhierarchie implementiert, sollten Sie keine Änderungen an der auf dem einzelnen ESX Server-Host sichtbaren Hierarchie vornehmen. Vorgenommene Änderungen werden durch DRS umgehend rückgängig gemacht.

Wartungsmodus und Standby-Modus des Hosts

Der Wartungs- und der Standby-Modus für Hosts weisen gemeinsame Merkmale auf. Insbesondere verhindern Sie das Ausführen von virtuellen Maschinen. Dennoch haben die beiden Modi einen bestimmten Zweck. Ein Host kann in den Wartungsmodus versetzt werden, um Wartungen durchzuführen, z. B. eine Erweiterung des Arbeitsspeichers oder ein Upgrade der Version der darauf ausgeführten ESX Server-Software. Dabei bleibt der Host solange im Wartungsmodus, bis Sie diesen beenden. Im Gegensatz dazu werden Hosts automatisch von der DRS-Funktion in den Standby-Modus versetzt und wieder in den Betrieb genommen, um die Energienutzung zu optimieren.

Wartungsmodus

Eigenständige Hosts und Hosts innerhalb eines Clusters unterstützen den Wartungsmodus. Dieser schränkt Vorgänge der virtuellen Maschinen auf dem Host ein, sodass Sie die gerade ausgeführten virtuellen Maschinen herunterfahren können, um letztendlich den Host herunterzufahren. Der Wartungsmodus für eingeständige Hosts wird nur von ESX Server 3.0 und höheren Versionen unterstützt.

Ein Host wird in den Wartungsmodus nur auf Benutzeranforderung versetzt bzw. verlässt diesen nur dann. Wenn sich der Host beim Wechsel in den Wartungsmodus in einem Cluster befindet, hat der Benutzer die Möglichkeit, ausgeschaltete virtuelle Maschinen zu verlagern. Bei Auswahl dieser Option werden alle ausgeschalteten virtuellen Maschinen auf andere Hosts migriert, wenn ein kompatibler Host für die virtuelle Maschine im Cluster verfügbar ist. Während sich der Host im

Wartungsmodus befindet, können virtuelle Maschinen weder bereitgestellt noch eingeschaltet werden. Virtuelle Maschinen, die auf einem Host ausgeführt werden, der in den Wartungsmodus wechselt, müssen entweder auf einen anderen Host migriert oder heruntergefahren werden (manuell oder automatisch durch DRS).

HINWEIS Wenn DRS für eine virtuelle Maschine keine Migrationsempfehlungen ausgeben kann, wird ein Ereignis generiert (überprüfen Sie die Registerkarte **Aufgaben & Ereignisse (Tasks & Events)**). Die virtuelle Maschine muss manuell migriert oder ausgeschaltet werden, bevor der Host in den Wartungsmodus wechseln kann.

Wenn sich auf dem Host keine ausgeführten virtuellen Maschinen mehr befinden, ändert sich das Hostsymbol in **Wartungsphase** und der neue Betriebszustand wird im Fenster **Übersicht (Summary)** des Hosts angezeigt.

Der standardmäßige Automatisierungsmodus einer virtuellen Maschine bestimmt deren Verhalten, wenn der Host (in einem DRS-Cluster) beim Wechsel in den Wartungsmodus ausgeführt wird:

- Alle vollautomatisierten virtuellen Maschinen werden automatisch migriert.

  HINWEIS Falls kein geeigneter Host verfügbar ist, zeigt DRS auf der Registerkarte **Aufgaben & Ereignisse (Tasks & Events)** Informationen an.

- Bei einer teilautomatisierten oder manuellen virtuellen Maschine wird eine Empfehlung für die weitere Vorgehensweise des Benutzers erzeugt und angezeigt.

Standby-Modus

Beim Versetzen eines Hosts in den Standby-Modus wird dieser ausgeschaltet. Normalerweise werden Hosts über die DPM-Funktion in den Standby-Modus versetzt. Darüber hinaus haben Sie aber auch die Möglichkeit, einen Host manuell in den Standby-Modus zu versetzen; diese Änderung wird jedoch möglicherweise beim nächsten Ausführen von DRS wieder rückgängig gemacht (oder es wird empfohlen, diese rückgängig zu machen). Damit ein Host ausgeschaltet bleibt, versetzen Sie diesen in den Wartungsmodus und schalten Sie ihn aus. Zudem können Sie die verteilte Energieverwaltung auf dem Host deaktivieren (oder auf manuell setzen), um zu verhindern, dass der Host automatisch eingeschaltet wird.

Die DPM-Funktion verwendet die Wake-On-LAN-Technologie, um festzulegen, dass der Standby-Modus des Hosts beendet wird (d. h., dass dieser erneut eingeschaltet wird).

Stellen Sie zur Anpassung dieser Funktion sicher, dass die folgenden Schritte ausgeführt wurden:

- Die Netzwerkkarte, mit der der VMkernel-Netzwerkstapel verbunden ist (als VMotion-Netzwerkkarte gewählt) muss WOL-kompatibel sein. Zur Anzeige des WOL-Kompatibilitätsstatus der einzelnen Netzwerkkarten auf dem Host wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients den Host, klicken Sie auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**, und klicken Sie anschließend auf **Netzwerkadapter (Network Adapters)**.
- Das VMotion-Netzwerk muss sich pro Cluster auf einem einzelnen IP-Subnetz befinden.

HINWEIS Hosts ohne WOL-kompatible Netzwerkkarten werden nie für den Standby-Modus ausgewählt.

Grundlegendes zu VMware HA

Mithilfe der HA-Funktion des Clusters ist eine automatische Wiederherstellung der auf ESX Server-Systemen ausgeführten virtuellen Maschinen nach einem Hostausfall möglich. Bei einem Hostausfall wird umgehend ein Neustart aller verbundenen virtuellen Maschinen auf anderen Hosts des Systems durchgeführt. In diesem Abschnitt wird zunächst der Unterschied zwischen VMware HA-Clustern und herkömmlichen Clusterlösungen betrachtet und anschließend HA-Clusterkonzepte vorgestellt.

Herkömmliche und HA-Failover-Lösungen

Sowohl VMware HA als auch herkömmliche Clusterlösungen unterstützen die automatische Wiederherstellung nach einem Hostausfall. Die Lösungen ergänzen sich, da sie sich in folgenden Punkten unterscheiden:

- Hardware- und Softwareanforderungen
- Wiederherstellungszeit
- Grad der Anwendungsabhängigkeit

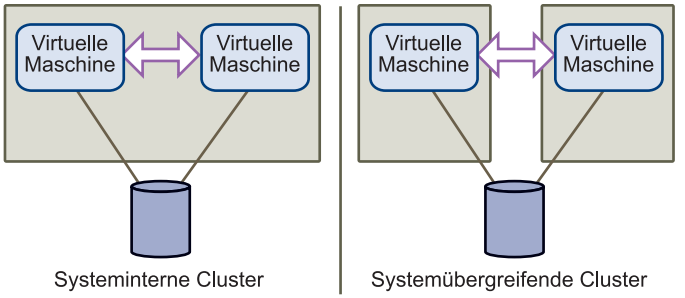
Herkömmliche Clusterlösungen

Herkömmliche Clusterlösungen wie Microsoft Cluster Service (MSCS) oder Veritas Clustering Service bieten eine unmittelbare Wiederherstellung mit minimaler Ausfallzeit für Anwendungen nach einem Hostausfall oder bei Ausfall virtueller Maschinen. Für diese Zielerreichung muss die IT-Infrastruktur wie folgt eingerichtet werden:

- Jede Maschine (oder virtuelle Maschine) muss über eine gespiegelte virtuelle Maschine (eventuell auf einem anderen Host) verfügen.
- Die Maschine (oder die virtuelle Maschine und ihr Host) werden so eingerichtet, dass sie sich gegenseitig mithilfe der Clusteringsoftware spiegeln. Im Allgemeinen sendet die primäre virtuelle Maschine Taktsignale an den Spiegel. Bei einem Ausfall erfolgt eine nahtlose Übernahme durch den Spiegel.

Abbildung 4-9 zeigt zwei unterschiedliche Optionen für die Einrichtung eines herkömmlichen Clusters mit virtuellen Maschinen.

Abbildung 4-9. VMware-Clustererstellung



Das Einrichten und Warten einer solchen Clusterlösung ist ressourcenintensiv. Bei jedem Hinzufügen einer neuen virtuellen Maschine werden entsprechende virtuelle Failover-Maschinen und möglicherweise auch zusätzliche Hosts benötigt. Alle neuen virtuellen Maschinen müssen eingerichtet, verbunden und konfiguriert und die Konfiguration der Clusteranwendung aktualisiert werden.

Die herkömmliche Lösung garantiert zwar eine schnelle Wiederherstellung, ist aber ressourcen- und arbeitsintensiv. Weitere Informationen über die verschiedenen Clustertypen und deren Konfiguration finden Sie im VMware-Dokument *Einrichten des Microsoft Cluster-Dienstes*.

VMware HA-Lösung

Bei einer VMware HA-Lösung wird eine Gruppe von ESX Server-Hosts in einen Cluster mit einem gemeinsam genutzten Ressourcenpool gebündelt. VirtualCenter überwacht sämtliche Hosts des Clusters. Beim Ausfall eines Hosts reagiert VirtualCenter umgehend mit dem Neustart aller verknüpften virtuellen Maschinen auf einem anderen Host.

Die Verwendung von VMware HA bietet zahlreiche Vorteile:

- **Minimaler Einrichtungsaufwand** – Mithilfe des Assistenten zum Erstellen eines neuen Clusters kann die erste Einrichtung erfolgen. Über den VI-Client können Hosts und neue virtuelle Maschinen hinzugefügt werden. Für alle virtuellen Maschinen des Clusters werden Failover ohne zusätzlichen Konfigurationsaufwand unterstützt.
- **Verringerte Hardwarekosten und verringerter Einrichtungsaufwand** – Bei einer herkömmlichen Lösung müssen doppelt vorhandene Hardware und Software angeschlossen und sorgfältig konfiguriert werden. Die virtuelle Maschine fungiert wie ein tragbarer Container für Anwendungen, der verschoben werden kann. So können Doppelkonfigurationen auf mehreren Maschinen vermieden werden. Bei der Verwendung von VMware HA müssen ausreichend Ressourcen vorhanden sein, um die Failover-Funktion für die gewünschte Anzahl an Hosts zu gewährleisten. Der VirtualCenter Server übernimmt allerdings die Ressourcenverwaltung und die Clusterkonfiguration.
- **Erhöhte Anwendungsverfügbarkeit** – Jede innerhalb einer virtuellen Maschine ausgeführte Anwendung hat Zugriff auf eine erhöhte Verfügbarkeit. Da die virtuelle Maschine nach einem Hardwareausfall wiederhergestellt werden kann, verfügen alle Anwendungen, die für das Starten im Startzyklus eingerichtet sind, über eine erhöhte Verfügbarkeit ohne zusätzliche Kosten und zwar auch dann, wenn die Anwendung selbst keine Clusteranwendung ist.

Zu den möglichen Einschränkungen bei der Verwendung von HA-Clustern zählen – im Vergleich zu herkömmlichen Clusterumgebungen mit Hot-Standby – der Verlust des Laufzeitstatus sowie eine längere Anwendungsausfallzeit. Falls diese Einschränkungen problematisch werden, ziehen Sie die gemeinsame Verwendung beider Ansätze in Betracht.

VMware HA-Funktionen

Ein für HA aktivierter Cluster bietet Folgendes:

- Benutzerfreundliche Konfiguration über den VI-Client.
- Automatisches Failover nach einem Hardwareausfall für alle virtuelle Maschinen im Rahmen der Failover-Kapazität (siehe „Failover-Kapazität“ auf Seite 89).
- Funktionsfähigkeit mit und Verbesserung von herkömmlichen Failover-Funktionen auf Anwendungsebene.

- Vollständige Integration in DRS. Wenn der Neustart der virtuellen Maschinen auf anderen Hosts nach einem Hostausfall durchgeführt worden ist, kann DRS Migrationsempfehlungen ausgeben oder virtuelle Maschinen migrieren, um eine ausgeglichene Ressourcenzuteilung zu gewährleisten. Fällt bei der Migration der Quellhost und/oder der Zielhost aus, unterstützt HA die Wiederherstellung nach dem Ausfall.

Failover-Kapazität

Wird für einen Cluster die HA-Funktion aktiviert, wird der Benutzer durch den Assistenten zum Erstellen eines neuen Clusters aufgefordert, die Anzahl an Hosts anzugeben, für die Failover-Kapazität vorgesehen werden soll. Diese Anzahl wird im VI-Client als **Konfigurierte Failover-Kapazität (Configured Failover Capacity)** angezeigt. HA bestimmt anhand dieser Anzahl, ob ausreichend Ressourcen zum Einschalten virtueller Maschinen innerhalb des Clusters vorhanden sind.

Sie müssen lediglich die Anzahl an Hosts mit gewünschter Failover-Kapazität festlegen. HA errechnet mithilfe einer konservativen Schätzung die erforderlichen Ressourcen für das Failover virtueller Maschinen für die gegebene Hostanzahl und unterbindet das Einschalten virtueller Maschinen, sobald die Failover-Kapazität nicht mehr gewährleistet ist.

HINWEIS Sie haben die Möglichkeit, das Einschalten der virtuellen Maschinen durch den Cluster zuzulassen, auch wenn dadurch Verfügbarkeitsbedingungen verletzt werden. Infolgedessen wird der Cluster rot gekennzeichnet und die Failover-Garantien sind möglicherweise nicht mehr gültig. Siehe „Gültige, gelbe und rote Cluster“ auf Seite 96.

Nach dem Erstellen eines Clusters können Hosts hinzugefügt werden. Wird ein Host zu einem für DRS deaktivierten HA-Cluster hinzugefügt, werden sämtliche Ressourcenpools umgehend aus dem Host entfernt und alle virtuellen Maschinen mit dem Cluster direkt verknüpft.

HINWEIS Ist die DRS-Funktion des Clusters ebenfalls aktiviert, haben Sie die Möglichkeit, die Ressourcenpoolhierarchie beizubehalten. Siehe „Ressourcenpools und Cluster“ auf Seite 66.

Planen von HA-Clustern

Folgendes ist bei der Planung von HA-Clustern zu beachten:

- Jeder Host verfügt über einen gewissen Arbeitsspeicher- und CPU-Anteil zum Einschalten virtueller Maschinen.

- Die Reservierungsanforderungen für CPU und Arbeitsspeicher müssen für jede virtuelle Maschine garantiert sein.

Im Allgemeinen wird die Verwendung einer einheitlichen Einrichtung empfohlen. HA legt die Planung für das ungünstigste Ausfallszenario aus. Bei der Ermittlung der Failover-Kapazität berechnet HA die für jede derzeit eingeschaltete virtuelle Maschine benötigte maximale Arbeitsspeicher- und CPU-Reservierung. Diese wird als *Slot* bezeichnet. Bei einem Slot handelt es sich um die Menge an CPU- und Arbeitsspeicherressourcen, die für alle gerade eingeschalteten virtuellen Maschinen ausreichen (ausgeschaltete oder angehaltene virtuelle Maschinen werden bei der Berechnung der aktuellen Failover-Kapazität nicht berechnet).

Wenn Sie zum Beispiel über eine virtuelle Maschine mit einer CPU-Reservierung von 1 GHz und einer Arbeitsspeicherreservierung von 1 GB und eine andere virtuelle Maschine mit einer CPU-Reservierung von 2 GHz und einer Arbeitsspeicherreservierung von 1 GB verfügen, wird der Slot als CPU-Reservierung mit 2 GHz und Arbeitsspeicherreservierung mit 1 GB definiert. HA legt anhand der CPU- und Arbeitsspeicherkapazität des Hosts die Anzahl an Slots fest, die der Host enthalten kann. Anschließend wird die Anzahl an Hostausfällen bestimmt, bei der der Cluster weiterhin über mindestens über so viele Slots wie eingeschaltete virtuelle Maschinen verfügt. Bei dieser Anzahl handelt es sich um die aktuelle Failover-Ebene.

Während der Planung müssen die Anzahl an Hosts festlegen, für die Failover garantiert werden soll. HA versucht Ressourcen für mindestens diese Anzahl an Hostausfällen zu reservieren, indem die Anzahl an eingeschalteten virtuellen Maschinen, die diese Ressourcen verbrauchen, eingeschränkt wird.

Bleibt die Option **Zulassen, dass virtuelle Maschinen eingeschaltet bleiben, selbst wenn sie gegen Verfügbarkeitsbedingungen verstoßen (Allow virtual machine to be started even if they violate availability constraints)** weiterhin deaktiviert (strenge Zugangssteuerung), unterbindet VMware HA das Einschalten virtueller Maschinen, wenn die aktuelle Failover-Ebene dadurch unter der konfigurierten liegen würde. Zudem unterbindet VMware HA die folgenden Vorgänge, wenn dadurch die aktuelle Failover-Ebene die konfigurierte Failover-Ebene überschreiten würde:

- Zurücksetzen einer ausgeschalteten virtuellen Maschine auf einen eingeschalteten Snapshot.
- Migrieren einer gerade ausgeführten virtuellen Maschine in den Cluster.
- Neukonfigurieren einer gerade ausgeführten virtuellen Maschine zur Erhöhung ihrer CPU- oder Arbeitsspeicherreservierung.

Wurde die Option **Zulassen, dass virtuelle Maschinen eingeschaltet bleiben, selbst wenn sie gegen Verfügbarkeitsbedingungen verstoßen (Allow virtual machine to be started even if they violate availability constraints)** bei der Aktivierung von HA gewählt, können Sie mehr virtuelle Maschinen einschalten, als von HA empfohlen wird. Da Sie diese Verhalten in der Systemkonfiguration festgelegt haben, wird der Cluster nicht rot gekennzeichnet. Die aktuelle (verfügbare) Failover-Ebene auch unter die konfigurierte Failover-Ebene fallen, wenn die Anzahl an ausgefallenen Hosts die konfigurierte Anzahl übersteigt. Wenn beispielsweise der Cluster für den Ausfall eines Hosts konfiguriert wurde und die Kapazität eingehalten wird (die aktuelle Failover-Ebenen entspricht der konfigurierten Failover-Ebene), tatsächlich aber zwei Hosts ausfallen, wird der Cluster rot gekennzeichnet.

Ein Cluster unterhalb der konfigurierten Failover-Ebene kann im Falle eines Hostausfalls weiterhin die Failover-Funktion für virtuelle Maschinen durchführen und bestimmt anhand der Priorität der virtuellen Maschinen, welche virtuellen Maschinen zuerst eingeschaltet werden. Siehe „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136.

VORSICHT Das Arbeiten mit rot gekennzeichneten Clustern wird nicht empfohlen. Arbeiten Sie dennoch mit diesen Clustern, kann das Failover nicht entsprechend der festgelegten Ebene garantiert werden.

VMware HA und besondere Situationen

Mit VMware HA lassen sich auch besondere Situationen bewältigen, um Ihre Daten zu erhalten:

Ausschalten von Hosts. Wird ein Host ausgeschaltet, führt HA einen Neustart der gerade auf diesem Host ausgeführten virtuellen Maschinen auf einem anderen Host durch.

Migrieren einer virtuellen Maschine mit VMotion. Wird eine virtuelle Maschine gerade mit VMotion auf einen anderen Host migriert und kommt es zu einem Ausfall des Quell- oder Zielhosts, kann die virtuelle Maschine – abhängig von der Migrationsphase – in einem fehlgeschlagenen (ausgeschalteten) Betriebszustand beibehalten werden. HA reagiert auf diesen Ausfall und schaltet die virtuelle Maschine auf einem geeigneten Host ein:

- Bei einem Ausfall des Quellhosts schaltet HA die virtuelle Maschine auf dem Zielhost ein.
- Bei einem Ausfall des Zielhosts schaltet HA die virtuelle Maschine auf dem Quellhost ein.

- Fallen beide Hosts aus, schaltet HA die virtuelle Maschine ggf. auf einem dritten Host im Cluster ein.

Die aktuelle Failover-Kapazität entspricht nicht der konfigurierten Failover-Kapazität. Ein Cluster wird rot gekennzeichnet, wenn die aktuelle Failover-Kapazität niedriger ist als die konfigurierte Failover-Kapazität. Dies kann dann der Fall sein, wenn mehr Hosts ausfallen als der Cluster gemäß Konfiguration toleriert. Wurde die strenge Zugangssteuerung deaktiviert, wird der Cluster rot gekennzeichnet, selbst wenn Sie mehr virtuelle Maschinen einschalten als aufgenommen werden können.

Ist ausreichend Kapazität vorhanden, führt HA zuerst das Failover für virtuelle Maschinen mit hoher Priorität durch und versucht anschließend, das Failover der anderen virtuellen Maschinen durchzuführen. In diesem Fall sollten Sie den virtuellen Maschinen, deren Wiederherstellung in Ihrer Umgebung am wichtigsten ist, eine hohe Priorität einzuräumen. Siehe „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136.

Hostnetzwerkisolierung. Die Verbindung eines Hosts in einen HA-Cluster mit dem Konsolennetzwerk (oder VMkernel-Netzwerk bei ESX Server 3i) wird möglicherweise getrennt. Ein solcher Host ist dann von den anderen Hosts des Clusters isoliert. Die anderen Hosts des Clusters werten dies als Hostausfall und versuchen, die auf ihm gerade ausgeführten virtuellen Maschinen zu migrieren. Falls eine virtuelle Maschine weiterhin auf dem isolierten Host ausgeführt wird, verhindert die VMFS-Festplattensperre, dass sie anderweitig eingeschaltet werden kann. Wenn virtuelle Maschinen denselben Netzwerkadapter verwenden, haben sie keinen Zugriff auf das Netzwerk. Möglicherweise möchten Sie die virtuelle Maschine auf einem anderen Host starten.

Standardmäßig werden virtuelle Maschinen im Falle eines Hostisolierungsereignisses auf dem isolierten Host ausgeschaltet, damit sie auf einem anderen nicht isolierten Host im Cluster neu gestartet werden können. Das Standardverhalten des Clusters lässt sich ändern, sodass die virtuellen Maschinen auf dem isolierten Host eingeschaltet bleiben oder ausgeschaltet werden. Dieses Verhalten kann auch für einzelne virtuelle Maschinen geändert werden. Siehe „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136.

Primäre und sekundäre Hosts

Einige der Hosts in einem HA-Cluster sind als *primäre* Hosts bestimmt. Sie enthalten die Metadaten und die Failover-Intelligenz. Die ersten fünf Hosts des Clusters werden primäre Hosts, alle anderen Hosts sind *sekundäre* Hosts. Wird ein Host zu einem HA-Cluster hinzugefügt, so muss er zum Abschließen seiner Konfiguration mit einem vorhandenen primären Host des Clusters kommunizieren (es sei denn, er ist der erste

Host im Cluster; dann wäre er selbst ein primärer Host). Fällt ein primärer Host aus oder wird er entfernt, überträgt HA einem anderen Host den primären Status. Primäre Hosts tragen zur Redundanz bei und werden zur Initiierung von Failover-Aktionen verwendet.

Falls keiner der Hosts im Cluster reagiert und ein neuer Host zum Cluster hinzugefügt wird, schlägt die HA-Konfiguration fehl, da der neue Host mit keinem der primären Hosts kommunizieren kann. In so einem Fall müssen Sie zuerst die Verbindung aller nicht reagierenden Hosts aufheben, damit Sie den neuen Host hinzufügen können. Der neue Host wird dann zum ersten primären Host. Sind die anderen Hosts anschließend wieder verfügbar, wird ihr HA-Dienst neu konfiguriert, und sie werden anschließend zu primären und sekundären Hosts, abhängig von der vorhandenen Anzahl an primären Hosts.

HA-Cluster und Wartungsmodus

Wenn Sie einen Host in den Wartungsmodus versetzen, dient dies der Vorbereitung zum Herunterfahren des Hosts bzw. der Durchführung von Wartungsarbeiten. Sie können auf einem Host, der sich im Wartungsmodus befindet, keine virtuellen Maschinen einschalten. Bei einem Hostausfall führt HA kein Failover von virtuellen Maschinen auf einen Host im Wartungsmodus durch. Ein solcher Host wird außerdem bei der Berechnung der Failover-Ebene durch HA nicht berücksichtigt.

Beim Beenden des Wartungsmodus für den Hosts wird der HA-Dienst für diesen Host neu aktiviert, sodass er für Failover-Aktionen wieder zur Verfügung steht.

Sobald ein Host (ohne eingeschaltete virtuelle Maschinen) in den Wartungsmodus versetzt wird, kann der Wechsel in den Wartungsmodus nicht mehr abgebrochen werden.

HA-Cluster und nicht verbundene Hosts

Wird die Verbindung eines Hosts getrennt, besteht er weiterhin in der VirtualCenter-Bestandsliste. VirtualCenter erhält jedoch keinerlei Aktualisierungen über diesen Host, überwacht ihn nicht und verfügt deshalb auch über keinerlei Informationen zum Zustand dieses Hosts. Da der Status des Hosts nicht bekannt ist, und VirtualCenter nicht mit ihm kommuniziert, kann HA den Host auch nicht als garantiertes Failover-Ziel verwenden. Nicht verbundene Hosts werden bei der Berechnung der aktuellen Failover-Ebene von HA nicht berücksichtigt.

Wird die Verbindung des Hosts wiederhergestellt, steht er auch wieder als Failover-Ziel zur Verfügung.

Die Unterschiede zwischen einem nicht verbundenen und einem nicht reagierenden Host sind in der Liste aufgeführt.

- Die Verbindung eines *nicht verbundenen Hosts* wurde ausdrücklich vom Benutzer getrennt. Beim Trennen der Verbindung eines Hosts wird HA für diesen Host von VirtualCenter deaktiviert. Für die virtuellen Maschinen auf diesem Host wird kein Failover durchgeführt, und sie werden bei der Berechnung der aktuellen Failover-Ebene durch VirtualCenter nicht berücksichtigt.
- Wenn ein *Host nicht reagiert*, empfängt der VirtualCenter Server keine Taktsignale mehr von ihm. Die Ursache hierfür könnte beispielsweise ein Netzwerkproblem sein, da der Host oder der VirtualCenter-Agent ausgefallen ist.

  Bei der Berechnung der aktuellen Failover-Ebene werden solche Hosts von VirtualCenter nicht berücksichtigt, es wird jedoch angenommen, dass für alle auf dem nicht reagierenden Host ausgeführten virtuellen Maschinen bei einem Hostausfall ein Failover durchgeführt wird. Die virtuellen Maschinen auf einem nicht reagierenden Host beeinflussen die Zugangssteuerungsprüfung.

HA-Cluster und Hostnetzwerkisolierung

15 Sekunden nachdem vom HA-Dienst auf einem Host kein Taktsignal mehr zu anderen Hosts im Cluster gesendet wird, findet die Hostausfallerkennung statt. (Der Standardwert für dieses Ausfallerkennungsintervall kann geändert werden. Siehe „Festlegen erweiterter HA-Optionen“ auf Seite 144.) Fällt ein Host aus oder wird er vom Netzwerk isoliert, sendet er kein Taktsignal mehr. Auf diese Weise erkennen die anderen Hosts im Cluster den Hostausfall, da sich dieser Host selbst als vom Netzwerk isoliert deklariert, nachdem die Netzwerkverbindung für mehr als 12 Sekunden getrennt wurde.

Wenn der isolierte Host auf ein SAN zugreifen kann, behält dieser die Festplattensperre in den Dateien der virtuellen Maschine bei, sodass kein Failover der virtuellen Maschinen auf einen anderen Host durchgeführt werden kann. Die virtuelle Maschine auf einem isolierten Host wird weiter ausgeführt. VMFS-Festplattensperren verhindern gleichzeitige Schreibvorgänge in den Festplattendateien der virtuellen Maschinen und eine potenzielle Beschädigung der Dateien. Standardmäßig werden die virtuellen Maschinen des isolierten Hosts durch diesen ausgeschaltet. Anschließend kann für diese virtuellen Maschinen ein erfolgreiches Failover auf andere Hosts im Cluster durchgeführt werden.

Wenn die Netzwerkverbindung vor Ablauf von 12 Sekunden wiederhergestellt ist, wird dies von den anderen Hosts im Cluster nicht als Hostausfall behandelt. Es wird als vorübergehendes Ereignis betrachtet. Darüber hinaus deklariert sich der Host mit dem temporären Netzwerkverbindungsproblem nicht selbst als vom Netzwerk isoliert und wird weiter ausgeführt.

Wenn die Netzwerkverbindung für 15 Sekunden oder länger nicht wiederhergestellt werden kann, erkennen die anderen Hosts im Cluster den Hostausfall und es wird versucht, ein Failover der virtuellen Maschinen auf diesem Host durchzuführen. Die virtuellen Maschinen auf dem isolierten Host werden ausgeschaltet, um einen Neustart auf anderen Hosts mit funktionierender Netzwerkkonnektivität zu ermöglichen.

In den Zeitfenster zwischen 12 und 14 Sekunden deklariert der Clusterdienst auf dem isolierten Host den Host als isoliert und beginnt damit, die virtuellen Maschinen mit den standardmäßigen Isolierungsreaktionseinstellungen auszuschalten. Kann die Netzwerkverbindung rechtzeitig wiederhergestellt werden, werden die ausgeschalteten virtuellen Maschinen nicht auf anderen Hosts neu gestartet, da die HA-Dienste auf den anderen Hosts keinen Hostausfall erkannt haben.

Folglich wird die Netzwerkverbindung in diesem Zeitfenster zwischen 12 und 14 Sekunden nach dem Trennen der Verbindung zum Host wiederhergestellt und die virtuellen Maschinen werden ausgeschaltet, wobei jedoch kein Failover durchgeführt wird.

Gemeinsame Verwendung von HA und DRS

Wenn HA ein Failover durchführt und virtuelle Maschinen auf anderen Hosts neu startet, ist die erste Priorität die unmittelbare Verfügbarkeit aller virtuellen Maschinen. Nachdem dem Neustart der virtuellen Maschinen kann es bei den betreffenden Hosts zu einer hohen Auslastung kommen, wohingegen andere Hosts eine relativ geringe Last aufweisen. HA verwendet für Failover-Entscheidungen die Werte der CPU- und Arbeitsspeicherreservierung; die tatsächliche Nutzung kann jedoch darüber liegen.

Durch die gemeinsame Verwendung von HA und DRS werden die Funktionen automatisches Failover und Lastenausgleich kombiniert. Diese Kombination kann zu einem schnellen Lastenausgleich der virtuellen Maschinen führen, nachdem sie durch HA auf andere Hosts verschoben wurden. Sie können Affinitäts- oder Anti-Affinitätsregeln einrichten, um zwei oder mehr virtuelle Maschinen vorzugsweise auf demselben Host (Affinität) oder auf unterschiedlichen Hosts (Anti-Affinität) zu

starten. Sie können beispielsweise über eine Anti-Affinitätsregel sicherstellen, dass zwei virtuelle Maschinen mit einer wichtigen Anwendung niemals zusammen auf ein und demselben Host ausgeführt werden. Siehe „Verwenden von DRS-Affinitätsregeln“ auf Seite 127.

HINWEIS In einem Cluster, in dem DRS und HA mit aktivierter HA-Zugangssteuerung verwendet wird, werden die virtuellen Maschinen der Hosts möglicherweise nicht auf andere Hosts migriert, wenn erstere in den Wartungsmodus wechseln. Der Grund hierfür sind die reservierten Ressourcen, die für die Failover-Ebene benötigt werden. In diesem Fall müssen Sie die virtuellen Maschinen manuell mit VMotion von den Hosts migrieren.

Gültige, gelbe und rote Cluster

Der VI-Client zeigt an, ob ein Cluster gültig, überbelegt (gelb) oder ungültig (rot) ist. Cluster können aufgrund einer DRS-Verletzung überbelegt werden. Zudem können sie durch eine DRS- oder HA-Verletzung ungültig werden. Eine auf der Seite **Summary (Übersicht)** angezeigte Meldung gibt Aufschluss über das Problem.

Gültiger Cluster

In einem gültigen Cluster stehen genügend Ressourcen zur Verfügung, um alle Reservierungen zu bedienen und alle gerade ausgeführten virtuellen Maschinen zu unterstützen. Ein Cluster ist gültig, wenn er nicht durch bestimmte Ereignisse überbelegt oder ungültig wird.

- Die Überbelegung eines DRS-Clusters kann die Folge eines Hostausfalls sein.
- Ein DRS-Cluster kann ungültig werden, wenn VirtualCenter ausfällt und virtuelle Maschinen mithilfe eines direkt mit einem ESX Server-Host verbundenen VI-Clients eingeschaltet werden.
- Ein HA-Cluster wird ungültig, wenn die aktuelle Failover-Kapazität niedriger als die konfigurierte Failover-Kapazität ist oder keiner der primären Hosts des Clusters reagiert. Siehe „Primäre und sekundäre Hosts“ auf Seite 92.
- Ein DRS- oder HA-Cluster kann ungültig werden, wenn der Benutzer die Reservierung auf einem übergeordneten Ressourcenpool verringert, während gerade ein Failover einer virtuellen Maschine durchgeführt wird.

Bevor Sie sich die nächsten Beispiele anschauen, sollten Sie zunächst die Definitionen dieser Begriffe lesen:

- **Reservierung** (für einen Ressourcenpool) – Eine feststehende, garantierte Zuteilung für den Ressourcenpool, die durch den Benutzer festgelegt wurde.
- **Genutzte Reservierung** (für einen Cluster oder Ressourcenpool) – Die Summe der Reservierungen oder genutzten Reservierungen (je nachdem, welcher Wert größer ist) für jedes untergeordnete Element, das rekursiv hinzugefügt wurde.
- **Nicht reserviert** (für einen Cluster oder Ressourcenpool) – Eine nicht negative Zahl, die je nach Ressourcenpooltyp abweicht:
  - Für einen Cluster entspricht sie dem Wert der Gesamtkapazität minus den Wert der genutzten Reservierung.
  - Für nicht erweiterbare Ressourcenpools entspricht sie dem Wert der Reservierung minus den Wert der genutzten Reservierung.
  - Für erweiterbare Ressourcenpools entspricht sie dem Wert von Reservierung minus genutzte Reservierung, zu dem der Wert aller nicht reservierten Ressourcen, die von übergeordneten Ressourcenpools geliehen werden können, addiert wird.

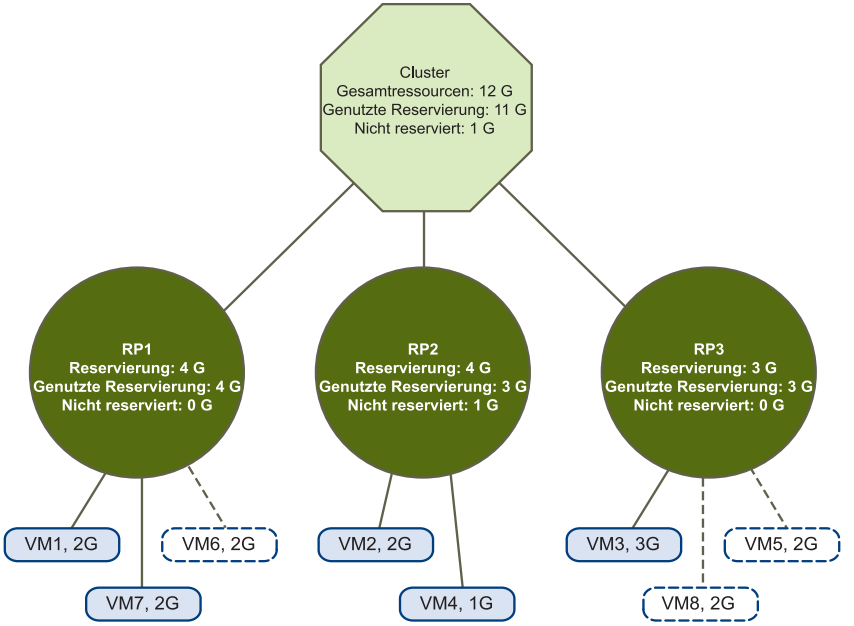
Beispiel 1: Gültiger Cluster, alle Ressourcenpools des Typs „Feststehend“

Abbildung 4-10 zeigt einen gültigen Cluster und wie seine CPU-Ressourcen berechnet werden. Der Cluster verfügt über die folgenden Eigenschaften:

- Ein Cluster mit Gesamtressourcen von 12 GHz.
- Drei Ressourcenpools, je Typ **Feststehend (Fixed)** (die Option **Erweiterbare Reservierung (Expandable Reservation)** ist nicht aktiviert).
- Die Gesamtreservierung aller drei Ressourcenpools zusammen beläuft sich auf 11 GHz (4+4+3 GHz). Der Gesamtwert wird im Feld **Genutzte Reservierung (Reservation Used)** des Clusters angezeigt.
- RP1 wurde mit einer Reservierung von 4 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen (VM1 und VM7) mit je 2 GHz sind eingeschaltet (**Genutzte Reservierung (Reservation Used)**: 4 GHz). Es sind keine Ressourcen mehr übrig, um zusätzliche virtuelle Maschinen einzuschalten. VM6 wird als nicht eingeschaltet dargestellt. Sie verbraucht keine Reservierung.
- RP2 wurde mit einer Reservierung von 4 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen mit 1 GHz und 2 GHz sind eingeschaltet (**Genutzte Reservierung (Reservation Used)**: 3 GHz). 1 GHz bleibt nicht reserviert.

- RP3 wurde mit einer Reservierung von 3 GHz erstellt (Reservierung). Eine virtuelle Maschine mit 3 GHz ist eingeschaltet. Es sind keine Ressourcen verfügbar, um zusätzliche virtuelle Maschinen einzuschalten.

Abbildung 4-10. Gültiger Cluster (Feststehende Ressourcenpools)



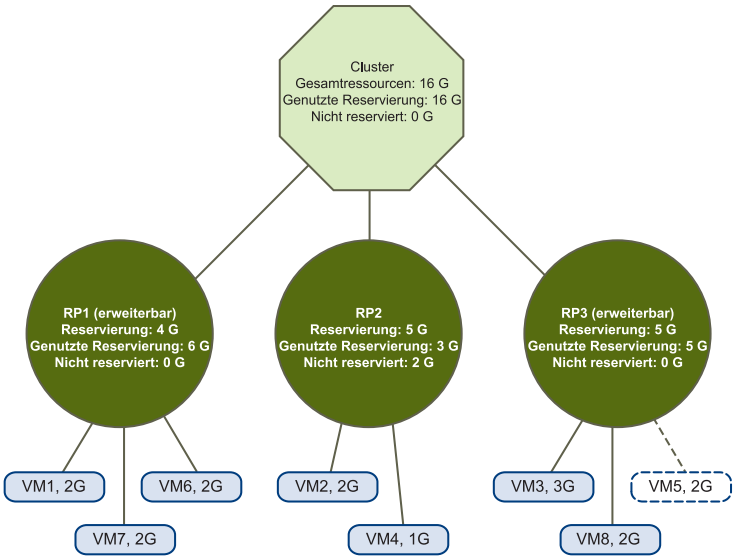
Beispiel 2: Gültiger Cluster, einige Ressourcenpools des Typs „Erweiterbar“

Beispiel 2 (Abbildung 4-11) verwendet ähnliche Einstellungen wie Beispiel 1, allerdings verwenden RP1 und RP3 den Reservierungstyp **Erweiterbar (Expandable)**. Ein gültiger Cluster kann wie folgt konfiguriert werden:

- Ein Cluster mit Gesamtressourcen von 16 GHz.
- RP1 und RP3 entsprechen dem Typ **Erweiterbar (Expandable)**, RP2 entspricht Typ „Feststehend“.
- Die Gesamtreservierung der drei Ressourcenpools zusammen beträgt 16 GHz (6 GHz für RP1, 5 GHz für RP2 und 5 GHz für RP3). 16 GHz wird als **Genutzte Reservierung (Reservation Used)** für den Cluster der obersten Ebene angezeigt.

- RP1 wurde mit einer Reservierung von 4 GHz erstellt. Drei virtuelle Maschinen mit je 2 GHz sind eingeschaltet. Zwei dieser virtuellen Maschinen (z. B. VM1 und VM7) können die Reservierungen von RP1 verwenden, die dritte virtuelle Maschine (VM6) kann Reservierungen über den Ressourcenpool des Clusters verwenden. (Würde der Typ dieses Ressourcenpools auf **Feststehend (Fixed)** lauten, könnte die zusätzliche virtuelle Maschine nicht eingeschaltet werden.)
- RP2 wurde mit einer Reservierung von 5 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen mit 1 GHz und 2 GHz sind eingeschaltet (**Genutzte Reservierung (Reservation Used)**: 3 GHz). 2 GHz bleibt nicht reserviert.
- RP3 wurde mit einer Reservierung von 5 GHz erstellt. Zwei virtuelle Maschinen mit 3 GHz und 2 GHz sind eingeschaltet. Obwohl dieser Ressourcenpool dem Typ **Erweiterbar (Expandable)** entspricht, kann keine zusätzliche virtuelle Maschine mit 2 GHz eingeschaltet werden, da die zusätzlichen Ressourcen der übergeordneten virtuellen Maschine bereits durch RP1 genutzt werden.

Abbildung 4-11. Gültiger Cluster (Erweiterbare Ressourcenpools)



Gelber Cluster

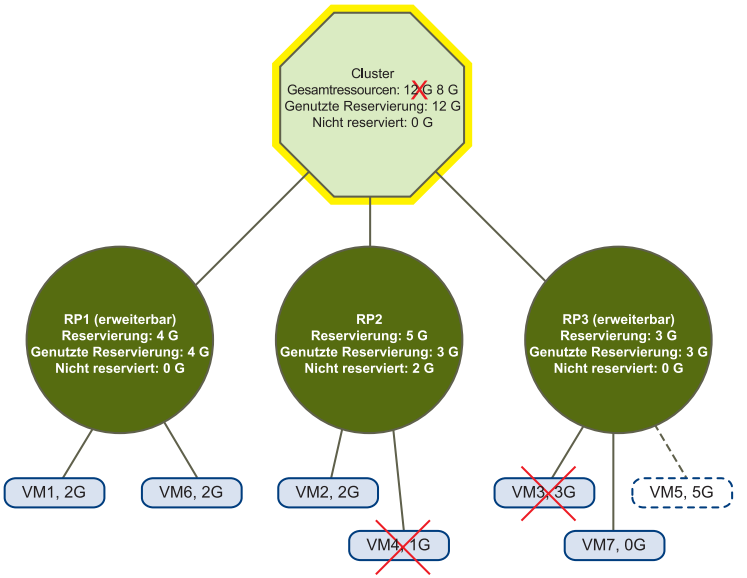
Ein Cluster wird gelb gekennzeichnet, wenn die Struktur des Ressourcenpools und der virtuellen Maschinen in sich konsistent ist, die Clusterkapazität aber nicht ausreicht, um alle durch die untergeordneten Ressourcenpools reservierten Ressourcen zu unterstützen. Es werden immer genügend Ressourcen vorhanden sein, um alle gerade ausgeführten virtuellen Maschinen zu unterstützen, da bei einem Ausfall des Hosts mit ihm sämtliche virtuellen Maschinen ausfallen.

Ein Cluster wird in der Regel dann gelb gekennzeichnet, wenn die Clusterkapazität plötzlich verringert wird, z. B. weil ein Host im Cluster ausfällt. Es wird empfohlen, ausreichende zusätzliche Ressourcen im Cluster zu belassen, damit der Cluster nicht gelb gekennzeichnet wird.

Betrachten Sie das folgenden Beispiel in Abbildung 4-12:

- Sie verfügen über einen Cluster mit Ressourcen von insgesamt 12 GHz aus drei Hosts mit je 4 GHz.
- Drei Ressourcenpools reservieren insgesamt 12 GHz.
- Die durch alle drei Ressourcenpools genutzte Gesamtreservierung beläuft sich auf 12 GHz (4+5+3 GHz). Diese wird als **Genutzte Reservierung (Reservation Used)** im Cluster angezeigt.
- Einer der Hosts mit 4 GHz fällt aus, sodass sich die Gesamtressourcen auf 8 GHz verringern.
- Gleichzeitig werden VM4 (1 GHz) und VM3 (3 GHz), die zuvor auf dem ausgefallenen Host ausgeführt wurden, nicht mehr ausgeführt.
- Der Cluster führt nun virtuelle Maschinen mit einem Gesamtbedarf von 6 GHz aus. Der Cluster verfügt weiterhin über 8 GHz, eine für die Anforderungen der virtuellen Maschinen ausreichende Menge.
- Die Ressourcenpoolreservierungen von 12 GHz können nicht mehr gehalten werden, sodass der Cluster gelb gekennzeichnet wird.

Abbildung 4-12. Gelber Cluster



Roter Cluster

Ein Cluster kann aufgrund einer DRS- oder HA-Verletzung rot gekennzeichnet werden. Das Verhalten des Clusters hängt, wie in diesem Abschnitt bereits erläutert, von der Art der Verletzung ab.

Roter DRS-Cluster

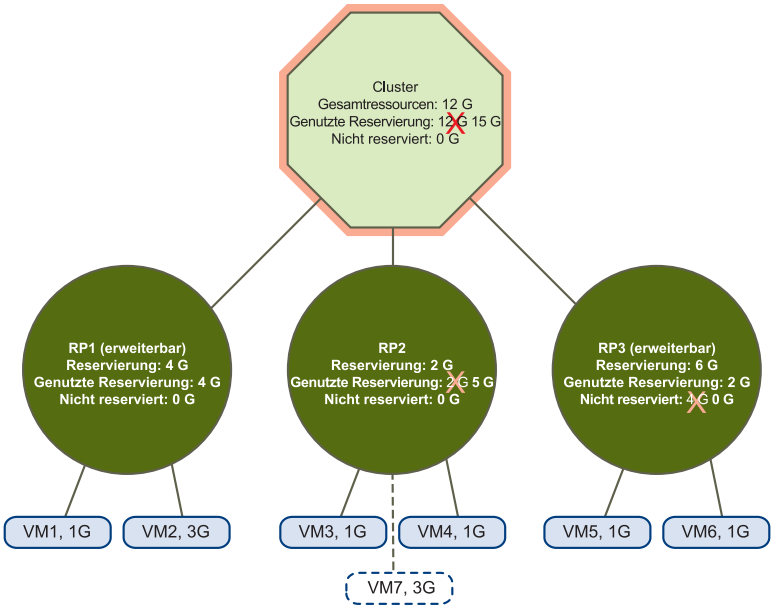
Ein Cluster mit aktivierter DRS-Funktion wird rot gekennzeichnet, wenn die Struktur in sich nicht mehr konsistent ist und Ressourceneinschränkungen nicht überwacht werden. Die Gesamtmenge der Ressourcen im Cluster hat keinen Einfluss darauf, ob der Cluster rot gekennzeichnet wird. Es ist möglich, dass ein DRS-Cluster rot gekennzeichnet wird, obwohl er auf Root-Ebene über ausreichende Ressourcen verfügt, wenn eine untergeordnete Ebene Inkonsistenzen aufweist.

Sie können das Problem eines rot gekennzeichneten DRS-Clusters lösen, indem Sie mindestens eine virtuelle Maschine ausschalten, virtuelle Maschinen in Strukturbereiche mit ausreichenden Ressourcen verschieben oder die Ressourcenpooleinstellungen im roten Bereich bearbeiten. Das Hinzufügen von Ressourcen schafft in der Regel nur im gelben Status Abhilfe.

Ein Cluster kann auch dann rot gekennzeichnet werden, wenn Sie einen Ressourcenpool neu konfigurieren, während gerade ein Failover einer virtuellen Maschine durchgeführt wird. Eine virtuelle Maschine, an der gerade ein Failover ausgeführt wird, wird getrennt und nicht zusammen mit den Ressourcen des übergeordneten Ressourcenpools berücksichtigt. Sie können die Reservierung des übergeordneten Ressourcenpools vor Abschluss des Failovers verringern. Sobald das Failover abgeschlossen ist, werden die Ressourcen der virtuellen Maschine wieder dem übergeordneten Ressourcenpool zugeordnet. Wenn die Poolnutzung über die neue Reservierung hinausgeht, wird der Cluster rot gekennzeichnet.

Sehen Sie sich hierzu das Beispiel in Abbildung 4-13 an.

Abbildung 4-13. Roter Cluster



Wie in Abbildung 4-13 gezeigt, wird der Cluster rot gekennzeichnet, wenn ein Benutzer eine virtuelle Maschine (ohne Unterstützung) mit einer Reservierung von 3 GHz unter Ressourcenpool 2 starten kann.

Roter HA-Cluster

Ein für HA aktivierter Cluster wird rot gekennzeichnet, wenn die Anzahl an eingeschalteten virtuellen Maschinen die Failover-Anforderungen übersteigt, d. h. die aktuelle Failover-Kapazität geringer als die konfigurierte Failover-Kapazität ist. Wenn die strenge Zugangssteuerung deaktiviert ist, werden Cluster auch dann nicht rot angezeigt, wenn die Hosts ein Failover gewährleisten können.

Eine unzureichende Failover-Kapazität kann auftreten, wenn Sie zum Beispiel so viele virtuelle Maschinen einschalten, dass die Ressourcen des Clusters nicht mehr ausreichen, um das Failover für die festgelegte Anzahl an Hosts zu gewährleisten.

Eine weitere Ursache kann darin bestehen, dass HA innerhalb eines Clusters mit vier Hosts für den Ausfall von zwei Hosts eingerichtet wurde, und es zum Ausfall eines Hosts kommt. Die verbleibenden drei Hosts sind dann möglicherweise nicht mehr in der Lage, den Ausfall von insgesamt zwei Hosts zu unterstützen.

Wird ein Cluster mit aktivierter HA-Funktion rot gekennzeichnet oder liegt die aktuelle Failover-Kapazität unter der konfigurierten Failover-Kapazität, kann er das Failover für die festgelegte Anzahl an Hosts zwar nicht mehr garantieren, führt aber trotzdem ein Failover durch. Bei einem Hostausfall führt HA zuerst das Failover aller virtuellen Maschinen des ersten Hosts in der Reihenfolge der festgelegten Priorität aus und anschließend bei allen virtuellen Maschinen des zweiten Hosts, ebenfalls nach Priorität, usw. Siehe „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136.

Für rot und gelb gekennzeichnete Cluster wird auf der Seite **Übersicht (Summary)** eine Liste mit Konfigurationsproblemen angezeigt. In der Liste wird erläutert, wodurch der Cluster überbelegt oder ungültig geworden ist.

HINWEIS Das DRS-Verhalten wird nicht beeinträchtigt, wenn ein Cluster aufgrund eines HA-Problems rot gekennzeichnet wird.

Erstellen eines VMware-Clusters 5

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Clustervoraussetzungen“ auf Seite 105
- „Übersicht über die Clustererstellung“ auf Seite 109
- „Erstellen eines Clusters“ auf Seite 110
- „Anzeigen von Clusterinformationen“ auf Seite 113

HINWEIS Bei allen Aufgaben wird vorausgesetzt, dass Sie über die Berechtigung zur Ausführung der Aufgabe verfügen. Weitere Informationen zu Berechtigungen finden Sie in der Onlinehilfe.

Clustervoraussetzungen

Ihr System muss bestimmte Voraussetzungen erfüllen, damit die VMware-Clusterfunktionen erfolgreich verwendet werden können.

- Im Allgemeinen funktionieren DRS und HA am besten, wenn die virtuellen Maschinen – wie im folgenden Abschnitt erläutert – VMotion-Anforderungen erfüllen.
- Wenn Sie DRS für den Lastenausgleich verwenden möchten, müssen die Hosts des Clusters Teil eines VMotion-Netzwerks sein. Falls die Hosts zu keinem VMotion-Netzwerk gehören, kann DRS dennoch Empfehlungen zur anfänglichen Platzierung ausgeben.

Für HA aktivierter Cluster

In Clustern mit aktivierter HA-Funktion müssen sich alle virtuellen Maschinen und deren Konfigurationsdateien auf einem gemeinsamen Speichersystem befinden (z. B. einem SAN), da Sie in der Lage sein müssen, eine virtuelle Maschine auf einem beliebigen Host des Clusters einzuschalten. Dies setzt außerdem eine Hostkonfiguration voraus, die den Zugriff der Hosts auf dasselbe Netzwerk der virtuellen Maschine und auf andere Ressourcen vorsieht.

Der Hostname und die IP-Adressen der anderen Hosts im Cluster müssen von jedem Host innerhalb eines HA-Clusters aufgelöst werden können. Hierzu können Sie entweder auf jedem Host DNS einrichten (bevorzugte Variante) oder manuell `/etc/hosts`-Einträge vornehmen (nicht empfohlen wegen Fehleranfälligkeit). Damit die Namen mit DNS aufgelöst werden können, müssen Sie sicherstellen, dass der NIS-Clientdienst für die Firewall des ESX Server-Hosts aktiviert ist. (Wenn Sie ESX Server 3i verwenden, ist dies nicht erforderlich.)

So aktivieren Sie den NIS-Clientdienst

1. Wählen Sie im VI-Client den Host, und klicken Sie anschließend auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.
2. Wählen Sie **Sicherheitsprofil (Security Profile)**.
3. Falls **NIS-Client (NIS Client)** nicht unter **Ausgehende Verbindungen (Outgoing Connections)** für die **Firewall** aufgelistet ist, klicken Sie auf **Eigenschaften (Properties)**.
4. Klicken Sie im Dialogfeld **Firewall-Eigenschaften (Firewall Properties)** auf **NIS-Client (NIS Client)** und anschließend auf **OK**.

HINWEIS Für alle Hosts in einem HA-Cluster muss DNS konfiguriert sein, sodass der kurze Hostname (ohne Domänensuffix) jedes Hosts im Cluster in die entsprechende IP-Adresse von einem beliebigen anderen Host im Cluster aufgelöst werden kann. Anderenfalls schlägt die Aufgabe `HA konfigurieren (Configuring HA)` fehl. Wenn Sie den Host über die IP-Adresse hinzufügen, aktivieren Sie ebenfalls die umgekehrte DNS-Suche (die IP-Adresse sollte auf den Kurznamen des Hosts aufgelöst werden können).

Für die VMware HA-Nutzung in ESX Server 3 wird ein redundantes Konsolennetzwerk empfohlen (auch wenn dies nicht erforderlich ist). Gleichermaßen wird für ESX Server 3i ein redundantes VMkernel-Netzwerk empfohlen. Falls keine Redundanz bereitgestellt wird, gibt es eine Einzelfehlerstelle in der Failover-Einrichtung. Falls die Netzwerkverbindung eines Hosts ausfällt, kann die zweite Verbindung Taktsignale an andere Hosts senden.

Zum Einrichten der Redundanz benötigen Sie auf jedem Host zwei physische Netzwerkadapter. Verbinden Sie diese mit der zugehörigen Servicekonsole (oder dem VMkernel-Netzwerk ESX Server 3i, indem Sie entweder zwei Servicekonsolenschnittstellen (VMkernel-Netzwerkschnittstellen in ESX Server 3i) oder eine Einzelschnittstelle mit NIC-Gruppierung verwenden.

HINWEIS Nach Hinzufügen einer Netzwerkkarte zu einem Host im HA-Cluster müssen Sie HA auf diesem Host neu konfigurieren.

VMotion-Anforderungen von VirtualCenter

Jeder Host des Clusters muss im Hinblick auf die VMotion-Konfiguration folgende Anforderungen erfüllen.

Gemeinsam genutzter Speicher

Stellen Sie sicher, dass die verwalteten Hosts einen gemeinsamen Speicher nutzen. Der gemeinsame Speicher befindet sich in der Regel auf einem Storage Area Network (SAN). Weitere Informationen über SANs finden Sie im *SAN-Konfigurationshandbuch (für iSCSI)* und im *SAN-Konfigurationshandbuch (für Fibre-Channel)*Informationen über weitere gemeinsame Speichersysteme finden Sie im *Handbuch zur Serverkonfiguration für ESX Server*.

Gemeinsam genutztes VMFS-Volume

Konfigurieren Sie für die Verwendung gemeinsam genutzter VMFS-Volumes alle verwalteten Hosts.

- Platzieren Sie die Festplatten aller virtuellen Maschinen auf VMFS-Volumes, auf die Quell- und Zielhosts zugreifen können.
- Setzen Sie den Zugangsmodus für das gemeinsam genutzte VMFS-Volume auf **Öffentlich (Public)**.
- Stellen Sie sicher, dass das VMFS-Volume groß genug ist, um alle virtuellen Festplatten der virtuellen Maschinen zu speichern.
- Stellen Sie sicher, dass die VMFS-Volumes auf den Quell- und Zielhosts Volume-Namen verwenden und diese durch alle virtuellen Maschinen beim Festlegen der virtuellen Festplatten verwendet werden.

HINWEIS Die Auslagerungsdateien der virtuellen Maschinen müssen sich ebenfalls auf einem VMFS-Volume befinden, auf das sowohl Quell- als auch Zielhosts zugreifen können (genau wie die virtuellen Festplattendateien `.vmdk`). Diese Anforderung gilt nicht mehr, wenn sich auf allen Quell- und Zielhosts ESX Server 3.5 oder höhere Versionen befinden. In diesem Fall wird VMotion mit Auslagerungsdateien auf einem nicht gemeinsam genutzten Speicher unterstützt. Die Auslagerungsdateien werden standardmäßig auf einem VMFS-Volume abgelegt. Möglicherweise wurde dieser Dateispeicherort jedoch durch den Administrator mithilfe erweiterter Konfigurationsoptionen für virtuelle Maschinen überschrieben.

Prozessorkompatibilität

Stellen Sie sicher, dass die Quell- und Ziel-Hosts über einen kompatiblen Prozessorsatz verfügen.

VMotion überträgt den aktuellen Status der Architektur einer virtuellen Maschine innerhalb der zugrunde liegenden VMware ESX Server-Systeme.
VMotion-Kompatibilität bedeutet folglich, dass die Prozessoren des Zielhosts in der Lage sein müssen, die Ausführung anhand gleichwertiger Anweisungen an der Stelle fortzusetzen, an der die Prozessoren des Quellhosts angehalten wurden. Die Taktfrequenzen der Prozessoren sowie die Cachegrößen können zwar unterschiedlich sein, allerdings müssen die Prozessoren derselben Herstellerkategorie (Intel oder AMD) und derselben Prozessorfamilie entsprechen, um für die Migration mit VMotion kompatibel zu sein.

Prozessorfamilien, wie z. B. Xeon MP und Opteron, werden durch den Prozessorhersteller definiert. Sie können verschiedene Prozessorversionen aus derselben Familie unterscheiden, indem Sie Prozessormodell, Stepping-Level und erweiterte Funktionen vergleichen.

- In den meisten Fällen ähneln sich unterschiedliche Prozessorversionen innerhalb einer Familie jedoch soweit, dass die Kompatibilität gewährleistet ist.
- In einigen Fällen wurden durch die Prozessorhersteller innerhalb derselben Prozessorfamilie signifikante Änderungen an der Architektur eingeführt (wie z. B. 64-Bit-Erweiterungen und SSE3). VMware identifiziert solche Ausnahmen, falls eine erfolgreiche Migration mit VMotion nicht garantiert werden kann.

HINWEIS VMware verfolgt die Aufrechterhaltung der VMotion-Kompatibilität innerhalb einer größtmöglichen Prozessorbandbreite und arbeitet in diesem Sinne über Partnerschaften mit den Herstellern von Prozessoren und Hardware zusammen. Aktuelle Informationen erhalten Sie über den für Sie zuständigen VMware-Ansprechpartner.

Weitere Anforderungen

Die im Folgenden aufgeführten weiteren VMotion-Anforderungen sollten Sie ebenfalls beachten:

- Unter ESX Server 3.x muss sich die Konfigurationsdatei der virtuellen Maschine für ESX Server-Hosts auf einem VMFS-Volume befinden.
- VMotion unterstützt keine Raw-Festplatten oder die Migration von Anwendungen, die über Microsoft Cluster Service (MSCS) geclustert wurden.
- VMotion benötigt ein privates Gigabit-Ethernet-Migrationsnetzwerk zwischen allen VMotion-fähigen, verwalteten Hosts. Wenn VMotion auf einem verwalteten Host aktiviert ist, konfigurieren Sie ein eindeutiges Netzwerkkennungsobjekt für den verwalteten Host und verbinden Sie ihn mit dem privaten Migrationsnetzwerk.

Übersicht über die Clustererstellung

Stellen Sie bei der Clustererstellung zunächst sicher, dass Ihr System die Clustervoraussetzungen erfüllt. (Siehe „Clustervoraussetzungen“ auf Seite 105.) Starten Sie den **Assistent für neue Cluster (New Team Wizard)**.

So starten Sie den Assistenten für neue Cluster

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste das Datencenter oder den Ordner, und wählen Sie **Neuer Cluster (New Cluster)**.
   (Strg+l ist die Tastenkombination).
2. Wählen Sie die Clustereinstellungen gemäß den Eingabeaufforderungen im Assistenten und den Erläuterungen in diesem Kapitel.

Wählen Sie im ersten Fenster, ob der zu erstellende Cluster VMware DRS, VMware HA oder beides unterstützen soll. Durch diese Auswahl werden die danach angezeigten Seiten bestimmt und die im linken Fensterbereich des Assistenten angezeigte Aufgabenliste implizit festgelegt. Wenn Sie DRS und HA auswählen, werden Sie aufgefordert, Konfigurationsinformationen für beide Optionen einzugeben.

Wenn Sie einen Cluster erstellen, enthält dieser zunächst keine Hosts oder virtuelle Maschinen:

- Informationen zum Hinzufügen von Hosts finden Sie unter „Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster“ auf Seite 120 und „Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster“ auf Seite 140.
- Das Hinzufügen virtueller Maschinen wird in Kapitel 7, „Cluster und virtuelle Maschinen“, auf Seite 131 erörtert.

Erstellen eines Clusters

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Seiten des Assistenten zum Erstellen eines neuen Clusters erläutert.

Auswählen von Clusterfunktionen

Im ersten Fenster des Assistenten zum Erstellen neuer Cluster können Sie folgende Informationen festlegen:

- **Name** – Name des Clusters. Dieser Name wird im Bestandslistenfenster des VI-Clients angezeigt. Sie müssen zuerst einen Namen festlegen, damit Sie mit der Erstellung des Clusters fortfahren können.
- **VMware HA aktivieren (Enable VMware HA)** – Wenn diese Option aktiviert ist, führt VirtualCenter bei einem Ausfall des Quellhosts automatisch einen Neustart der gerade ausgeführten virtuellen Maschinen auf einem anderen Host durch. Siehe „Grundlegendes zu VMware HA“ auf Seite 86.
- **VMware DRS aktivieren (Enable VMware DRS)** – Wenn diese Option aktiviert ist, verwendet DRS Lastverteilungsinformationen, um Empfehlungen für die anfängliche Platzierung und Lastverteilung auszugeben oder virtuelle Maschinen automatisch zu platzieren und zu migrieren. Siehe „Grundlegendes zu VMware DRS“ auf Seite 74.

Geben Sie den Namen an, und wählen Sie mindestens eine der beiden Clusterfunktionen. Klicken Sie zum Fortfahren auf **Weiter (Next)**.

HINWEIS Die ausgewählten Clusterfunktionen können Sie zu einem späteren Zeitpunkt ändern. Siehe Kapitel 6, „Verwalten von VMware DRS“, auf Seite 119 und Kapitel 8, „Verwalten von VMware HA“, auf Seite 139.

Auswählen der Automatisierungsebene

Wenn Sie im zweiten Fenster des Assistenten die Option **VMware DRS aktivieren (Enable VMware DRS)** aktiviert haben, können Sie im VMware DRS-Fenster die standardmäßige Automatisierungsebene wählen. Eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Auswahlmöglichkeiten finden Sie unter „Grundlegendes zu VMware DRS“ auf Seite 74.

HINWEIS Sie können die Automatisierungsebene zu einem späteren Zeitpunkt entweder für den gesamten Cluster oder einzelne virtuelle Maschine ändern. Siehe „Neukonfigurieren von DRS“ auf Seite 126 und „Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen“ auf Seite 135.

Tabelle 5-1 fasst die Auswahlmöglichkeiten im Assistenten zusammen.

Tabelle 5-1. DRS-Automatisierungsebenen

	Anfängliche Platzierung	Migration
Manuell (Manual)	Anzeige des/der empfohlenen Hosts.	Migrationsempfehlung wird angezeigt.
Teilautomatisiert (Partially Automated)	Automatisierte Platzierung.	Migrationsempfehlung wird angezeigt.
Vollautomatisiert (Fully Automated)	Automatisierte Platzierung.	Migrationsempfehlungen werden automatisch umgesetzt.

HINWEIS Weder die standardmäßige Clusterautomatisierungsebene noch der spezifische Automatisierungsmodus der virtuellen Maschine betreffen die Empfehlungen und Aktionen, die sich aus der Distributed Power Management-Funktion ergeben. Hierzu muss die Automatisierungsebene *Energieverwaltung (Power Management)* gewählt werden. Siehe „Verteilte Energieverwaltung“ auf Seite 82.

Auswählen von HA-Optionen

Wenn Sie HA aktiviert haben, können Sie im Assistenten zum Erstellen eines neuen Clusters die in Tabelle 5-2 aufgeführten Optionen einstellen. Siehe „Arbeiten mit VMware HA“ auf Seite 143.

Tabelle 5-2. VMware HA-Optionen

Option	Beschreibung
Hostausfälle (Host Failures)	Legt die Anzahl der Hostausfälle fest, für die Failover garantiert werden soll.
Neustartpriorität (Restart Priority)	Bestimmt, in welcher Reihenfolge virtuelle Maschinen nach einem Hostausfall neu gestartet werden. Die Werte lauten wie folgt: **Deaktiviert (Disabled)**, **Gering (Low)**, **Mittel (Medium)**, **Hoch (High)**. Die Standardeinstellung ist **Mittel (Medium)**. Wenn **Deaktiviert (Disabled)** aktiviert ist, ist HA für die virtuellen Maschinen deaktiviert. Siehe „Neustartpriorität.“ auf Seite 136.

Tabelle 5-2. VMware HA-Optionen (Fortsetzung)

Option	Beschreibung
Isolierungsreaktion	Bestimmt, was geschieht, wenn die Verbindung eines Hosts in einem HA-Cluster zur Netzwerkkonsole (oder dem VMkernel-Netzwerk in ESX Server 3i) unterbrochen und dieser weiter ausgeführt wird. Die Werte lauten wie folgt: **Ausschalten (Power Off)** (Standardeinstellung) und **Eingeschaltet lassen (Leave Powered On)**. Siehe „Isolierungsreaktion.“ auf Seite 136.
Zugangssteuerung	Es sind zwei Optionen verfügbar: ■ **Virtuelle Maschinen nicht einschalten, wenn sie gegen Verfügbarkeitsbedingungen verstoßen (Do not power on virtual machines if they violate availability constraints)** erzwingt die oben festgelegte Failover-Kapazität. ■ **Zulassen, dass virtuelle Maschinen eingeschaltet bleiben, selbst wenn sie gegen Verfügbarkeitsbedingungen verstoßen (Allow virtual machines to be powered on even if they violate availability constraints)** ermöglicht das Einschalten virtueller Maschinen, selbst wenn Failover für die Anzahl an festgelegten Hosts nicht mehr garantiert werden kann. Ist diese Option nicht aktiviert (Standardeinstellung), können auch folgende Vorgänge nicht durchgeführt werden, wenn diese gegen die Verfügbarkeitsbedingungen verstoßen würden: ■ Zurücksetzen einer ausgeschalteten virtuellen Maschine auf einen Snapshot einer eingeschalteten virtuellen Maschine. ■ Migrieren einer virtuellen Maschine auf den Cluster. ■ Neukonfigurieren einer virtuellen Maschine zur Erhöhung ihrer CPU- oder Arbeitsspeicherreservierung.

Auswählen eines Speicherorts für die VM-Auslagerungsdatei

Diese Assistentenseite ermöglicht die Auswahl eines Speicherorts für die Auslagerungsdateien der virtuellen Maschinen. Sie können die Auslagerungsdatei entweder im selben Verzeichnis wie die virtuelle Maschine speichern oder in einen Datenspeicher, der vom Host festgelegt wird (lokale Auslagerung durch Host). Siehe „Auslagerung“ auf Seite 169.

Abschließen der Clustererstellung

Nachdem Sie alle Auswahlmöglichkeiten für den Cluster vervollständigt haben, zeigt der Assistent eine Übersicht an, in der die ausgewählten Optionen aufgeführt sind. Klicken Sie auf **Fertig stellen (Finish)**, um die Clustererstellung abzuschließen bzw. auf **Zurück (Back)**, um im Assistenten seitenweise zurückzugehen und Änderungen an der Clustereinrichtung vorzunehmen.

Sie können nun die Clusterinformationen anzeigen (siehe „Anzeigen von Clusterinformationen“ auf Seite 113), oder Hosts und virtuelle Maschinen zum Cluster hinzufügen (siehe „Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster“ auf Seite 120 und „Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster“ auf Seite 140).

Sie können Clusteroptionen auch anpassen, wie in den Abschnitten Kapitel 6, „Verwalten von VMware DRS“, auf Seite 119 und Kapitel 8, „Verwalten von VMware HA“, auf Seite 139 erläutert.

Anzeigen von Clusterinformationen

In diesem Abschnitt werden die Informationsseiten beschrieben, die bei der Auswahl eines Clusters im Bestandslistenfenster angezeigt werden.

HINWEIS Weitere Informationen über alle anderen Seiten finden Sie in der Onlinehilfe.

Seite „Übersicht (Summary)“

Auf der Seite **Übersicht (Summary)** werden Informationen über den Cluster in einer Zusammenfassung angezeigt. Siehe Abbildung 5-1.

Abbildung 5-1. Cluster – Übersicht (Registerkarte)

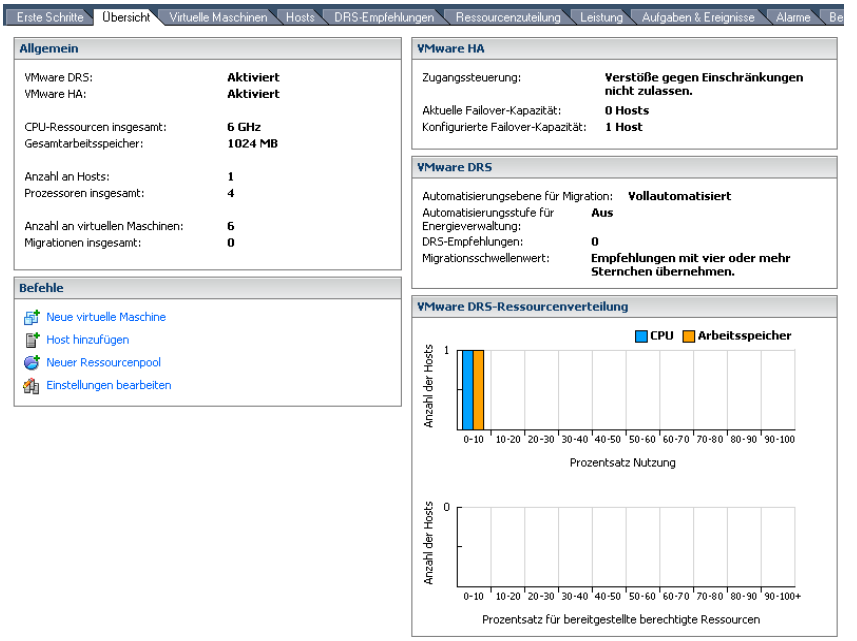


Tabelle 5-3. Informationen der Clusterübersicht

Fenster	Beschreibung
Allgemein (General)	Enthält Informationen über den Cluster: **VMware DRS** – Aktiviert oder deaktiviert. **VMware HA** – Aktiviert oder deaktiviert. **CPU-Ressourcen insgesamt (Total CPU Resources)** – Insgesamt für den Cluster verfügbare CPU-Ressourcen. Die Summe aller über die Hosts verfügbaren Ressourcen. **Gesamtspeicher (Total Memory)** – Gesamtspeicher des Clusters. Die Summe aller über die Hosts verfügbaren Ressourcen. **Anzahl an Hosts (Number of Hosts)** – Anzahl an Hosts im Cluster. Diese Anzahl ändert sich mit dem Hinzufügen oder Entfernen von Hosts. **Prozessoren insgesamt (Total Processors)** – Summe aller Prozessoren aller Hosts. **Anzahl an virtuellen Maschinen (Number of Virtual Machines)** – Gesamtanzahl aller virtuellen Maschinen innerhalb des Clusters oder eines beliebigen untergeordneten Ressourcenpools. Umfasst auch virtuelle Maschinen, die derzeit nicht eingeschaltet sind. **Migrationen insgesamt (Total Migrations)** – Gesamtanzahl der Migrationen, die seit Erstellung des Clusters über DRS oder durch den Benutzer durchgeführt worden sind.
Befehle (Commands)	Ermöglicht das Aufrufen gängiger Befehle für einen Cluster. **Neue virtuelle Maschine (New Virtual Machine)** – Der Assistent zum Erstellen neuer virtueller Maschinen wird gestartet. Der Assistent fordert Sie auf, einen Host des Clusters zu wählen. **Host hinzufügen (Add Host)** – Fügt einen Host hinzu, der derzeit nicht über denselben VirtualCenter Server verwaltet wird. Zum Hinzufügen eines Hosts, der über denselben VirtualCenter Server verwaltet wird, verschieben Sie den Host per Drag & Drop in das Bestandslistenfenster. **Neuer Ressourcenpool (New Resource Pool)** – Erstellt einen untergeordneten Ressourcenpool des Clusters. **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)** – Ruft das Dialogfenster zum Bearbeiten der Einstellungen für den Cluster auf.
VMware HA	Zeigt die Zugangssteuerungseinstellung, die aktuelle Failover-Kapazität und die konfigurierte Failover-Kapazität der für HA aktivierten Cluster. Das System aktualisiert die aktuelle Failover-Kapazität immer dann, wenn ein Host zum Cluster hinzugefügt oder entfernt wurde, oder virtuelle Maschinen ein- oder ausgeschaltet wurden.

Tabelle 5-3. Informationen der Clusterübersicht (Fortsetzung)

Fenster	Beschreibung
VMware DRS	Zeigt die Standardautomatisierungsebene, die Migrationsschwelle und die ausstehenden Migrationsempfehlungen für den Clusters. Die Migrationsempfehlungen werden auf der Registerkarte **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** angezeigt. Siehe „Migrationsempfehlungen“ auf Seite 81. Die Standardautomatisierungsebene und Migrationsschwelle werden bei der Clustererstellung festgelegt. Siehe „Migrationsschwellenwert“ auf Seite 80.
DRS-Ressourcen-verteilung (DRS Resource Distribution)	Zeigt zwei Echtzeithistogramme: **Prozentsatz Nutzung (Utilization Percent)** und **Prozentsatz gelieferte, berechtigte Ressourcen (Percent of Entitled Resources Delivered)**. Die Diagramme verdeutlichen den Grad der Ausgeglichenheit eines Clusters. Siehe „DRS-Ressourcenverteilungsdiagramme“ auf Seite 115.

DRS-Ressourcenverteilungsdiagramme

Die beiden DRS-Ressourcenverteilungsdiagramme ermöglichen eine Statusbewertung des Clusters. Die Diagramme werden mit jedem Aufrufen der Seite **Übersicht (Summary)** aktualisiert und zudem in regelmäßigen Abständen aktualisiert, sobald es die Leistungseinschränkungen zulassen.

Oberes DRS-Ressourcenverteilungsdiagramm

Dieses Diagramm ist ein Histogramm, auf dem die Anzahl an Hosts auf der Y-Achse und der Prozentsatz der Nutzung auf der X-Achse dargestellt sind. Wenn der Cluster nicht ausgeglichen ist, werden mehrere Leisten angezeigt, die den unterschiedlichen Nutzungsstufen entsprechen. Es können beispielsweise zwei Hosts jeweils durch einen blauen Balken dargestellt werden, wobei ein Host eine CPU-Nutzung von 20 % und der andere eine CPU-Nutzung von 80 % aufweist. In Clustern mit automatisierter Standardautomatisierungsebene würde DRS virtuelle Maschinen vom stark ausgelasteten Host auf den Host mit der Ressourcennutzung von 20 % migrieren. Das Ergebnis wäre ein einziger blauer Balken im Bereich zwischen 40 und 50 % für Hosts mit ähnlicher Kapazität.

Bei einem ausgeglichenen Cluster enthält dieses Diagramm zwei Balken: einen für die CPU-Nutzung und einen für die Arbeitsspeichernutzung. Werden jedoch die Hosts in einem ausgeglichenen Cluster nur geringfügig genutzt, werden sowohl für die CPU-Nutzung als auch für die Arbeitsspeichernutzung möglicherweise mehrere Balken angezeigt.

Unteres DRS-Ressourcenverteilungsdiagramm

Dieses Diagramm zeigt die Anzahl an Hosts auf der Y-Achse und den Prozentsatz der pro Host gelieferten, berechtigten Ressourcen auf der X-Achse. Während das obere Diagramm Werte für die Raw-Ressourcennutzung liefert, enthält das untere Diagramm auch Informationen zu den Ressourceneinstellungen von virtuellen Maschinen und Ressourcenpools.

DRS berechnet für jede virtuelle Maschine eine Ressourcenberechtigung und berücksichtigt dabei die jeweiligen Einstellungen für konfigurierte Anteile, Reservierung und Grenzwerte sowie die aktuelle Ressourcenpoolkonfiguration und die Ressourcenpooleinstellungen. Anschließend berechnet DRS die Ressourcenberechtigung der einzelnen Hosts, indem die Ressourcenberechtigungen aller auf diesem Host ausgeführten virtuellen Maschinen addiert werden. Der Prozentsatz der gelieferten, berechtigten Ressourcen entspricht der Hostkapazität dividiert durch die Hostberechtigungen.

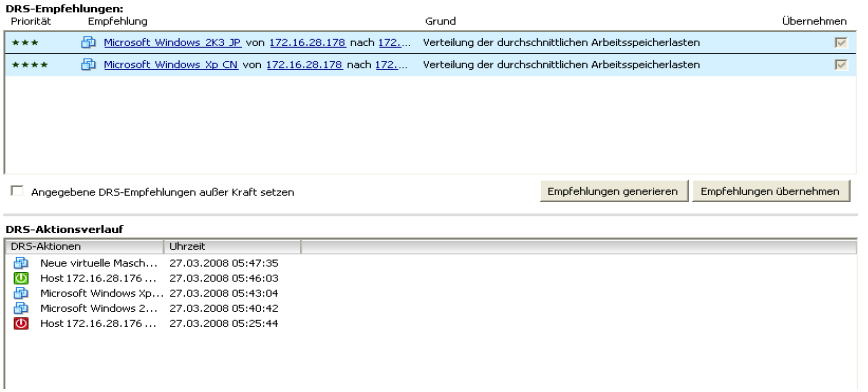
In einem ausgeglichenen Cluster sollte die Hostkapazität größer oder gleich dem Wert seiner Berechtigung sein, sodass das Diagramm im Idealfall einen Balken pro Ressource im Histogrammbereich von 90 bis 100 % enthält. Für einen nicht ausgeglichenen Cluster sind mehrere Balken vorhanden. Balken mit niedrigen Werten auf der X-Achse weisen darauf hin, dass die virtuellen Maschinen dieser Hosts nicht die Ressourcen erhalten, für die sie berechtigt sind.

Die Seite „DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)“

Auf der Seite **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** werden die aktuellen Empfehlungen angezeigt, die für die Optimierung der Ressourcennutzung im Cluster durch entweder Migrationen oder Energieverwaltung generiert wurden. Die Empfehlungsliste wird regelmäßig, basierend auf den für den Cluster festgelegten Werten, von VirtualCenter aktualisiert.

Wenn es derzeit keine Empfehlungen gibt, wird auf der Seite mit den DRS-Empfehlungen die Meldung **Derzeit keine DRS-Empfehlungen** angezeigt. Wenn derzeit Empfehlungen vorhanden sind, wird dieser Bereich angezeigt (siehe Abbildung 5-2):

Abbildung 5-2. DRS-Empfehlungen



Im Bereich **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** werden in den folgenden Spalten Informationen für jedes Element angezeigt, die in Tabelle 5-4 beschrieben werden:

Tabelle 5-4. Informationen zu DRS-Empfehlungen

Spalte	Beschreibung
Priorität (Priority)	Priorität dieser Empfehlung, dargestellt durch eine bestimmte Anzahl an Sternen. Fünf Sterne, die Höchstzahl, stehen für eine obligatorische Verschiebung, da entweder ein Host in den Wartungsmodus wechselt oder eine Affinitätsregel verletzt wird. Andere Bewertungen weisen darauf hin, welche Leistungssteigerung des Clusters durch die Empfehlung umgesetzt werden könnte; diese Bewertungen gehen von vier Sternen (erhebliche Steigerung) bis hin zu einem Stern (geringe Steigerung).

Tabelle 5-4. Informationen zu DRS-Empfehlungen (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
Empfehlung (Recommendation)	Der Inhalt dieser Spalte hängt von der Art der Empfehlung ab: ■ Für Migrationen virtueller Maschinen: der Name der zu migrierenden virtuellen Maschine, der Quellhost (auf dem die virtuelle Maschine derzeit ausgeführt wird) und der Zielhost (auf den die virtuelle Maschine migriert wird). ■ Für Änderungen des Hostbetriebszustands: der Name des Hosts, der ein- bzw. ausgeschaltet werden soll.
Grund (Reason)	Grund für die Empfehlung: warum die virtuelle Maschine für eine Migration oder der Host für einen Betriebszustandsübergang empfohlen wird. Gründe können sich auf Folgendes beziehen: ■ Ausgleichen durchschnittlicher CPU- oder Arbeitsspeicherlasten. ■ Anwenden einer Affinitäts- oder Anti-Affinitätsregel. ■ Wechseln eines Hosts in den Wartungsmodus. ■ Verringern des Energieverbrauchs. ■ Ausschalten eines bestimmten Hosts. ■ Erhöhen der Clusterkapazität.

Weitere Informationen zur Verwendung dieser Seite finden Sie unter „Übernehmen von DRS-Empfehlungen“ auf Seite 124.

HINWEIS Der Bereich **DRS-Aktionsverlauf (DRS Action History)**, direkt unterhalb der DRS-Empfehlungen, zeigt die über einen bestimmten Zeitraum für diesen Cluster angewandten Empfehlungen an.

6 Verwalten von VMware DRS

In diesem Kapitel wird erläutert, wie Hosts zu einem DRS-Cluster hinzugefügt und entfernt werden können und die DRS-Funktion angepasst werden kann.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Anpassen von DRS“ auf Seite 119
- „Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster“ auf Seite 120
- „Entfernen von Hosts aus einem Cluster“ auf Seite 122
- „Übernehmen von DRS-Empfehlungen“ auf Seite 124
- „Neukonfigurieren von DRS“ auf Seite 126
- „Verwenden von DRS-Affinitätsregeln“ auf Seite 127

HINWEIS Bei allen beschrieben Aufgaben wird vorausgesetzt, dass Sie über eine entsprechende Lizenz und die Berechtigung zur Ausführung der Aufgaben verfügen. Informationen zu Berechtigungen und deren Einstellung finden Sie in der Onlinehilfe.

Anpassen von DRS

Nachdem Sie einen Cluster erstellt haben, können Sie ihn für DRS, HA oder beides aktivieren. Anschließend können Sie mit dem Hinzufügen oder Entfernen von Hosts fortfahren, oder den Cluster anderweitig anpassen.

Die DRS-Funktion lässt sich wie folgt anpassen:

- Legen Sie beim Erstellen des Clusters die standardmäßige Automatisierungsebene und die Migrationsschwelle fest. Siehe „Auswählen der Automatisierungsebene“ auf Seite 110.
- Fügen Sie dem Cluster Hosts zu. Siehe „Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster“ auf Seite 120.
- Ändern Sie die standardmäßige Automatisierungsebene oder die Migrationsschwelle für vorhandene Cluster gemäß der Beschreibung in „Neukonfigurieren von DRS“ auf Seite 126.
- Legen Sie für einzelne virtuelle Maschinen des Clusters benutzerdefinierte Automatisierungsmodi fest, um die allgemeinen Einstellungen innerhalb des Clusters zu überschreiben. So können Sie beispielsweise die Automatisierungsebene des Clusters auf **automatisch (automatic)** und den Modus einzelner virtueller Maschinen auf **manuell (manual)** setzen. Siehe „Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen“ auf Seite 135.
- Gruppieren Sie virtuelle Maschinen mithilfe von Affinitätsregeln. Durch Affinitätsregeln wird festgelegt, dass bestimmte virtuelle Maschinen stets auf demselben Host platziert werden. Anti-Affinitätsregeln legen fest, dass bestimmte virtuelle Maschinen stets auf unterschiedlichen Hosts platziert werden. Siehe „Verwenden von DRS-Affinitätsregeln“ auf Seite 127.

Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster

Die Vorgehensweise für das Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster unterscheidet sich für Hosts, die derzeit durch denselben VirtualCenter Server (verwalteten Host) verwaltet werden, im Vergleich zu Hosts, die derzeit nicht durch diesen Server verwaltet werden.

Nach dem Hinzufügen des Hosts sind die auf dem Host bereitgestellten virtuellen Maschinen Teil des Clusters. DRS empfiehlt möglicherweise die Migration einiger virtueller Maschinen auf andere Hosts innerhalb des Clusters.

Hinzufügen verwalteter Hosts zu einem Cluster

Im Bestandslistenfenster von VirtualCenter werden alle Cluster und Hosts angezeigt, die durch diesen VirtualCenter Server verwaltet werden. Informationen zum Hinzufügen von Hosts zu einem VirtualCenter Server finden Sie im *Benutzerhandbuch zu Virtual Infrastructure*.

So fügen Sie einen verwalteten Host zu einem Cluster hinzu

1 Wählen Sie den Host entweder über die Bestandsliste oder die Listenanzeige aus.

2 Ziehen Sie den Host in das Zielclusterobjekt.

3 Sie werden vom Assistenten aufgefordert, die weitere Verfahrensweise mit den virtuellen Maschinen und Ressourcenpools des Hosts festzulegen.

- Wenn Sie **Virtuelle Maschinen dieses Hosts im Root-Ressourcenpool des Clusters platzieren (Put this host's virtual machines in the cluster's root resource pool)** wählen, werden alle vorhandenen Ressourcenpools des Hosts von VirtualCenter entfernt und die virtuellen Maschinen in der Hosthierarchie werden mit dem Root verknüpft.

  HINWEIS Da sich Anteilszuordnungen stets auf einen Ressourcenpool beziehen, müssen Sie die Anteile einer virtuellen Maschine möglicherweise manuell ändern, nachdem Sie den nächsten Vorgang durchgeführt haben, bei dem die Ressourcenpoolhierarchie gelöscht wird.

- Bei Auswahl der Option **Einen neuen Ressourcenpool für die virtuellen Maschinen und Ressourcenpools dieses Hosts erstellen (Create a new resource pool for this host's virtual machines and resource pools)** erstellt VirtualCenter einen Ressourcenpool der obersten Ebene als direkt untergeordnetes Element des Clusters, und fügt diesem neuen Ressourcenpool alle untergeordneten Elemente des Hosts hinzu. Für diesen neuen Ressourcenpool der obersten Ebene können Sie einen Namen vergeben. Der Standardname lautet **Übertragen von <Hostname>**.

HINWEIS Falls der Host über keine untergeordneten Ressourcenpools oder virtuellen Maschinen verfügt, werden dem Cluster die Hostressourcen hinzugefügt, es wird jedoch keine Ressourcenpoolhierarchie mit einem Ressourcenpool oberster Ebene erstellt.

Wenn Sie automatische Migrationsfunktionen nutzen möchten, müssen Sie außerdem das VMotion-Netzwerk des Hosts einrichten.

HINWEIS Wenn Sie den Host zu einem späteren Zeitpunkt aus dem Cluster entfernen, bleibt die Ressourcenpoolhierarchie Bestandteil des Clusters. Der Host kann jedoch nicht mehr auf die Ressourcenpoolhierarchie zugreifen. Dies ist sinnvoll, da die Unterstützung einer hostunabhängige Ressourcenzuteilung zu den Zielen von Ressourcenpools gehört. So können Sie beispielsweise zwei Hosts entfernen und durch einen einzelnen Host mit vergleichbaren Funktionen ohne zusätzliche Neukonfiguration ersetzen.

Hinzufügen nicht verwalteter Hosts zu einem Cluster

Sie können einen Host hinzufügen, der derzeit nicht durch denselben VirtualCenter Server wie der Cluster verwaltet wird (und im VI-Client nicht sichtbar ist).

So fügen Sie einen nicht verwalteten Host zu einem Cluster hinzu

1 Wählen Sie den Cluster, zu dem Sie den Host hinzufügen möchten, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Host hinzufügen (Add Host)**.

2 Geben Sie den Hostnamen, Benutzernamen und das Kennwort ein, und klicken Sie auf **Weiter (Next)**.

3 Zeigen Sie die Informationsübersicht an, und klicken Sie auf **Weiter (Next)**.

4 Geben Sie den Speicherort der virtuellen Maschine und des Ressourcenpools in die Eingabeaufforderung ein, wie in „Hinzufügen verwalteter Hosts zu einem Cluster“ auf Seite 120 beschrieben.

Entfernen von Hosts aus einem Cluster

Zum Entfernen eines Hosts aus einem Cluster muss der Host in den Wartungsmodus versetzt werden. Hintergrundinformationen finden Sie in „Wartungsmodus und Standby-Modus des Hosts“ auf Seite 84.

So versetzen Sie einen Host in den Wartungsmodus

1 Wählen Sie den Host, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **In den Wartungsmodus wechseln (Enter Maintenance Mode)**.

Der Host befindet sich im Status **In den Wartungsmodus wechseln (Entering Maintenance Mode)** bis alle ausgeführten virtuellen Maschinen heruntergefahren sind oder auf andere Hosts migriert wurden. Sie können auf einem Host, der gerade in den Wartungsmodus wechselt, keine virtuellen Maschinen einschalten oder eine Migration virtueller Maschinen auf diesen Host durchführen.

Sobald keine eingeschalteten virtuellen Maschinen vorhanden sind, befindet sich der Host im Wartungsmodus.

2 Im Wartungsmodus kann der Host an einen anderen Bestandslistenspeicherort verschoben werden – entweder in das Datencenter der obersten Ebene oder in einen anderen als den derzeitigen Cluster.

Beim Verschieben des Hosts werden seine Ressourcen aus dem Cluster entfernt. Wenn Sie die Ressourcenpoolhierarchie des Hosts in den Cluster übertragen hatten, bleibt diese Hierarchie im Cluster erhalten.

3 Nach dem Verschieben des Hosts können Sie einen der folgenden Schritte ausführen:

- Entfernen Sie den Host aus dem VirtualCenter Server (Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Entfernen (Remove)**).
- Führen Sie den Host als eigenständigen Host in VirtualCenter aus (Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Wartungsmodus beenden (Exit Maintenance Mode)**).
- Verschieben Sie den Host in einen anderen Cluster.

Ressourcenpoolhierarchien und Entfernen von Hosts

Nach dem Entfernen eines Hosts aus einem Cluster ist im Host schließlich nur noch der (nicht sichtbare) Root-Ressourcenpool vorhanden, selbst wenn Sie einen DRS-Cluster verwendet haben und beim Hinzufügen des Hosts zum Cluster die Option gewählt haben, den Ressourcenpool des Hosts zu übertragen. In diesem Fall bleibt die Hierarchie im Cluster erhalten.

Sie können eine neue, hostspezifische Ressourcenpoolhierarchie erstellen.

Virtuelle Maschinen und Entfernen von Hosts

Damit der Host entfernt werden kann, muss sich dieser im Wartungsmodus befinden, d. h. alle virtuellen Maschinen sind ausgeschaltet. Wird der Host schließlich aus dem Cluster entfernt, werden alle derzeit mit dem Host verknüpften virtuellen Maschinen ebenfalls entfernt.

HINWEIS Da virtuelle Maschinen über DRS zwischen den Hosts migriert werden, sind auf dem Host möglicherweise nicht dieselben virtuellen Maschinen vorhanden als beim ursprünglichen Hinzufügen des Hosts.

Ungültige Cluster und Entfernen von Hosts

Wird ein Host aus einem Cluster entfernt, nimmt auch die Zahl der für den Cluster verfügbaren Ressourcen ab.

Falls der Cluster über eine aktivierte DRS-Funktion verfügt, kann das Entfernen eines Hosts folgende Auswirkungen haben:

- Falls der Cluster weiterhin über ausreichende Ressourcen verfügt, um den Reservierungsanforderungen aller virtuellen Maschinen und Ressourcenpools des Clusters gerecht zu werden, passt der Cluster die Ressourcenzuteilung an, um den verringerten Umfang an Ressourcen anzuzeigen.

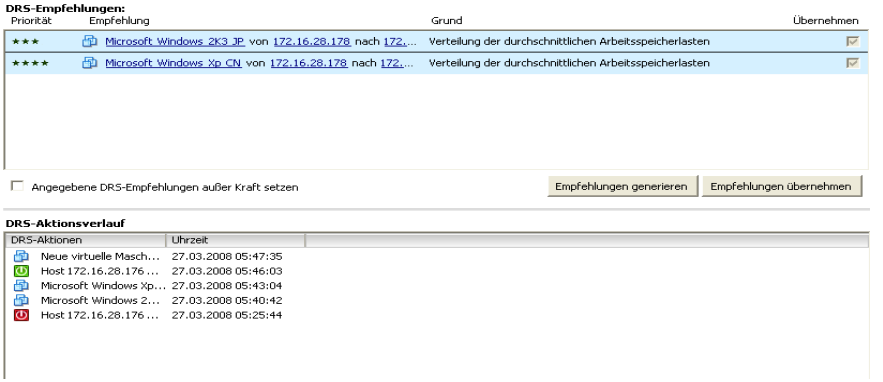
- Falls der Cluster nicht über ausreichende Ressourcen verfügt, um den Reservierungsanforderungen aller Ressourcenpools, jedoch denen der virtuellen Maschinen des Clusters gerecht zu werden, wird eine Alarmmeldung ausgegeben und der Cluster gelb gekennzeichnet. DRS wird weiterhin ausgeführt.

Falls ein für HA aktivierter Cluster so viele Ressourcen verliert, dass er seine Failover-Anforderungen nicht mehr erfüllen kann, wird eine Meldung angezeigt und der Cluster rot gekennzeichnet. Bei einem Hostausfall kann der Cluster auf andere virtuelle Maschinen zurückgreifen (Failover); es ist jedoch nicht gewährleistet, dass die Ressourcen ausreichend sind, um dies im Falle aller virtuellen Maschinen zu ermöglichen.

Übernehmen von DRS-Empfehlungen

Virtual Center zeigt die Migrations- und Energieverwaltungsempfehlungen für einen Cluster auf der Seite **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** an. Siehe „Die Seite „DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)““ auf Seite 116. Darüber hinaus werden die Empfehlungen auf dieser Seite übernommen. Siehe Abbildung 6-1.

Abbildung 6-1. DRS-Empfehlungen



Empfehlungsgruppierung

Die Seite mit den Empfehlungen ist in Abschnitte unterteilt. Jeder Abschnitt enthält Empfehlungen, die sich zu einem gewissen Grad bedingen, während Empfehlungen, die in verschiedenen Abschnitten angezeigt werden, voneinander unabhängig sind. Innerhalb eines Abschnitts werden von anderen Empfehlungen abhängige Empfehlungen unter *Voraussetzungen (Prerequisites)* angezeigt. Diese Wechselbeziehungen ziehen bei der Übernahme von Empfehlungen folgende Aktionen nach sich:

- Wenn eine abhängige Empfehlung gewählt wird (das Kontrollkästchen **Übernehmen (Apply)** aktiviert ist), werden automatisch alle Empfehlungen im selben Abschnitt, bei denen es sich um Voraussetzungen handelt, ebenfalls aktiviert. Ohne diese können die abhängigen Empfehlungen nicht übernommen werden. Nicht alle darüber angezeigten Empfehlungen sind Voraussetzungen.
- Wenn eine vorausgesetzte Empfehlung deaktiviert wird, werden auch alle im selben Kästchen darunter angezeigten Empfehlungen deaktiviert, die davon abhängig sind. Wird also die Voraussetzung nicht übernommen, werden auch die abhängigen Empfehlungen nicht übernommen. Nicht alle darunter angezeigten Empfehlungen sind abhängige Empfehlungen.

Eine weitere auf dieser Seite angezeigte Wechselbeziehung zwischen Empfehlungen betrifft Aktionen, die *unteilbar* sind und ausschließlich als eine Einheit übernommen werden können. Diese Empfehlungsarten können erforderlich sein, um eine Affinitätsregel (oder Anti-Affinitätsregel) einzuhalten. Sie werden durch eine Verknüpfung in Form eines Symbols und ein einziges Kontrollkästchen **Übernehmen (Apply)** gekennzeichnet.

Verwenden der Seite mit den DRS-Empfehlungen

Die Kontrollkästchen **Übernehmen (Apply)** aller auf der Seite **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** angezeigten DRS-Empfehlungen sind per Voreinstellung aktiviert und nicht verfügbar (d. h. sie können nicht deaktiviert werden). Zum Deaktivieren der Empfehlungen aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Angegebene DRS-Empfehlungen außer Kraft setzen (Override suggested DRS recommendations)**. Auf diese Weise werden die Kontrollkästchen zum Übernehmen aktiv. Klicken Sie nach Auswahl der zu übernehmenden Empfehlungen auf die Schaltfläche **Empfehlungen übernehmen (Apply Recommendations).**

Über die Seite **DRS-Empfehlungen (DRS Recommendations)** können Sie zwei weitere Aktionen ausführen:

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Empfehlungen generieren (Generate Recommendations)**, um die gesamte Seite zu aktualisieren. Dadurch können Sie Änderungen an der Konfiguration des Clusters übernehmen und die aktualisierten Empfehlungen für die neue Konfiguration sofort anzeigen.
- Klicken Sie auf die Verknüpfung zum Schwellenwert, die über der Empfehlungstabelle als Sternbewertung angezeigt wird (z. B. *2 oder mehr Sterne*), um das Dialogfeld **Clustereinstellungen (Cluster Settings)** zu öffnen. Sie können die standardmäßige Automatisierungsebene des Clusters und die Energieverwaltung sowie andere Einstellungen auf Clusterebene anpassen.

Neukonfigurieren von DRS

Sie können die DRS für einen Clusters deaktivieren oder die Konfigurationsoptionen ändern.

So deaktivieren Sie DRS

1 Wählen Sie den Cluster.

2 Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

3 Wählen Sie im linken Fenster die Option **Allgemein (General)**, und deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **VMware DRS**.

Ein Warnmeldung weist darauf hin, dass durch die Deaktivierung von DRS sämtliche Ressourcenpools des Clusters gelöscht werden.

4 Klicken Sie auf **OK**, um DRS zu deaktivieren und alle Ressourcenpools des Clusters zu löschen.

VORSICHT Die Ressourcenpools werden bei einer erneuten Aktivierung von DRS nicht wiederhergestellt. Das Ändern der DRS-Automatisierungsebene auf **manuell (manual)** (anstatt diese zu deaktivieren) unterbindet zwar alle automatischen DRS-Aktionen, jedoch wird die Ressourcenpoolhierarchie beibehalten.

So konfigurieren Sie DRS neu

1 Wählen Sie den Cluster.

2 Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

3 Wählen Sie im Dialogfeld **Clustereinstellungen (Cluster Settings)** die Option **VMware DRS**.

4 Legen Sie die standardmäßige Automatisierungsebene fest:

- Wählen Sie eines der Optionsfelder, um die Automatisierungsebene zu ändern. Siehe „Auswählen der Automatisierungsebene“ auf Seite 110.
- Wenn Sie die Option **Vollautomatisiert (Fully automated)** gewählt haben, können Sie mithilfe des Schiebereglers **Migrationsschwelle (Migration Threshold)** die Migrationsschwelle ändern. Siehe „Migrationsschwellenwert“ auf Seite 80.

HINWEIS Das Dialogfeld **Erweiterte Optionen (Advanced Options)** ist dann hilfreich, wenn Sie mit dem VMware-Kundendienst an der Behebung eines Problems arbeiten. Das Einstellen erweiterter Optionen wird ansonsten nicht empfohlen.

Um auf DRS-Empfehlungen basierende VMotion-Migrationen anzuhalten, ohne dabei die Ressourcenpoolhierarchie zu ändern, legen Sie die DRS-Automatisierungsebene auf **manuell (manual)** oder **teilautomatisiert (partially automatic)**. Sobald dies geschehen ist, empfiehlt DRS weiterhin VMotion-Migrationen, jedoch werden diese durch VirtualCenter nicht ohne Zustimmung vom Benutzer ausgeführt. Wenn Sie als Automatisierungsebene für einzelne virtuelle Maschinen auf **vollautomatisiert (fully automatic)** angegeben haben, setzen Sie diese wieder auf die Standardclustereinstellung zurück. Weitere Anweisungen finden Sie in Abschnitt „Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen“ auf Seite 135.

Verwenden von DRS-Affinitätsregeln

Nach dem Erstellen eines DRS-Clusters lassen sich dessen Eigenschaften ändern, um Regeln für das Festlegen von Affinität zu erstellen. DRS verstößt nie gegen eine benutzerdefinierte Regel, wenn sich jedoch zwei Regeln widersprechen, kann nur eine der beiden Regeln aktiviert werden. Wenn Sie beispielsweise eine Regel definiert haben, die vorsieht, bestimmte virtuelle Maschinen zusammenzuhalten, und eine weitere Regel, die genau diese virtuellen Maschinen trennen soll, können nicht beide Regeln aktiviert werden. Über diese Regeln können Sie Folgendes festlegen:

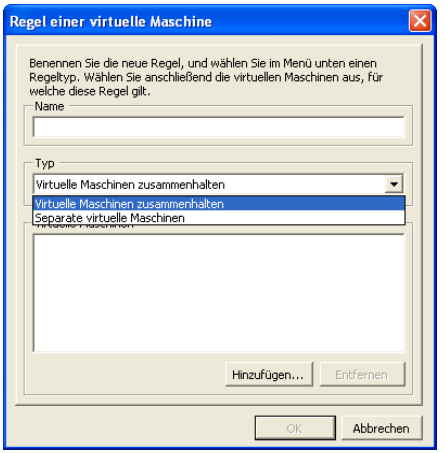
- DRS sollte versuchen, bestimmte virtuelle Maschinen auf einem Host zusammenzuhalten (beispielsweise aus Leistungsgründen).
- DRS sollte versuchen sicherzustellen, dass bestimmte virtuelle Maschinen nicht zusammen sind (beispielsweise zugunsten einer hohen Verfügbarkeit). Möglicherweise möchten Sie gewährleisten, dass sich bestimmte virtuelle Maschinen immer auf unterschiedlichen physischen Hosts befinden. So wird bei einem Hostausfall nicht die Verbindung zu beiden virtuellen Maschinen getrennt.

HINWEIS Die DRS-Affinitätsregeln unterscheiden sich grundlegend von den CPU-Affinitätsregeln eines einzelnen Hosts. CPU-Affinitätsregeln werden in Abschnitt „Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren“ auf Seite 150 erörtert.

So erstellen Sie eine DRS-Regel

1 Wählen Sie den Cluster, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Wählen Sie im Dialogfeld **Clustereinstellungen (Cluster Settings)** die Option **Regeln (Rules)**.


Regel einer virtuelle Maschine
Benennen Sie die neue Regel, und wählen Sie im Menü unten einen Regeltyp. Wählen Sie anschließend die virtuellen Maschinen aus, für welche diese Regel gilt.
Name
Typ
Virtuelle Maschinen zusammenhalten
Virtuelle Maschinen zusammenhalten
Separate virtuelle Maschinen
Hinzufügen...
Entfernen
OK
Abbrechen

3 Benennen Sie die Regel im Dialogfeld **Regel einer virtuellen Maschine (Virtual Machine Rule)**, damit Sie sie später identifizieren und bearbeiten können.

4 Wählen Sie im Popupmenü eine der folgenden Optionen:

- **Virtuelle Maschinen zusammenfassen (Keep Virtual Machines Together)**

  Eine virtuelle Maschine kann nicht zu mehr als einer solchen Regel gehören.

- **Separate virtuelle Maschinen (Separate Virtual Machines)**

  Dieser Regeltyp kann nicht mehr als zwei virtuelle Maschinen umfassen.

5 Klicken Sie auf **Hinzufügen (Add)**, um virtuelle Maschinen hinzuzufügen, und klicken Sie anschließend auf **OK**.

Nachdem Sie die Regel hinzugefügt haben, können Sie diese bearbeiten, nach widersprüchlichen Regeln suchen oder die Regel löschen.

So bearbeiten Sie eine vorhandene Regel

1 Wählen Sie den Cluster, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Wählen Sie im linken Fenster unter **VMware DRS** die Option **Regeln (Rules)**.

3 Klicken Sie auf **Details**, um zusätzliche Informationen zu Themen wie beispielsweise widersprüchlichen Regeln anzuzeigen.

4 Nehmen Sie im Dialogfeld die gewünschten Änderungen vor, und klicken Sie anschließend auf **OK**.

Grundlegendes zu den Auswirkungen von Regeln

Wird eine Regel hinzugefügt oder bearbeitet und befindet sich der Cluster unmittelbar in Widerspruch zu dieser Regel, so wird das System weiterhin ausgeführt und versucht, die Regelverletzung zu korrigieren.

Für DRS-Cluster mit einer standardmäßig manuellen oder teilautomatisierten Automatisierungsebene basieren Migrationsempfehlungen sowohl auf der Einhaltung von Regeln als auch auf einem Lastenausgleich. Sie müssen die Regeln zwar nicht erfüllen, jedoch bleiben die zugehörigen Empfehlungen solange bestehen, bis die Regeln erfüllt sind.

Deaktivieren oder Löschen von Regeln

Sie können eine Regel entweder deaktivieren oder vollständig entfernen.

So deaktivieren Sie eine Regel

1 Wählen Sie den Cluster, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Wählen Sie im linken Fenster unter **VMware DRS** die Option **Regeln (Rules)**.

3 Deaktivieren Sie das Kontrollkästchen links neben der Regel, und klicken Sie auf **OK**.

Sie können die Regel zu einem späteren Zeitpunkt wieder aktivieren, indem Sie das Kontrollkästchen erneut aktivieren.

So löschen Sie eine Regel

1 Wählen Sie den Cluster, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Wählen Sie im linken Fenster unter **VMware DRS** die Option **Regeln (Rules)**.

3 Wählen Sie die zu entfernende Regel, und klicken Sie auf **Entfernen (Remove)**.

Die Regel wurde gelöscht.

Cluster und virtuelle Maschinen 7

In diesem Kapitel wird das Hinzufügen, Entfernen und Anpassen virtueller Maschinen erläutert.

Folgende Themen werden in diesem Kapitel behandelt:

- „Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Cluster“ auf Seite 131
- „Einschalten virtueller Maschinen in einem Cluster“ auf Seite 133
- „Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster“ auf Seite 134
- „Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen“ auf Seite 135
- „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136

HINWEIS Bei allen Aufgaben wird vorausgesetzt, dass Sie über die Berechtigung zur Ausführung der Aufgabe verfügen. Informationen zu Berechtigungen und deren Einstellung finden Sie in der Onlinehilfe.

Hinzufügen virtueller Maschinen zu einem Cluster

Nach dem Erstellen eines Cluster können Sie virtuelle Maschinen zum Cluster hinzufügen, indem Sie die virtuelle Maschine auf den Cluster migrieren oder einen Host mit einer virtuellen Maschine zum Cluster hinzufügen.

Hinzufügen einer virtuellen Maschine während der Erstellung

Während der Erstellung einer virtuellen Maschine können Sie diese zu einem Cluster hinzufügen. Werden Sie im Assistenten zum Erstellen neuer virtueller Maschinen aufgefordert, den Speicherort der virtuellen Maschine anzugeben, können Sie entweder einen eigenständigen Host oder einen Cluster wählen und einen beliebigen Ressourcenpool innerhalb des Hosts oder Clusters bestimmen.

Weitere Informationen zum Bereitstellen virtueller Maschinen finden Sie im *Handbuch zur Verwaltung virtueller Maschinen*.

Migrieren einer virtuellen Maschine auf einen Cluster

Sie können eine vorhandene virtuelle Maschine von einem eigenständigen Host auf einen Cluster oder von einem Cluster auf einen anderen Cluster migrieren. Die virtuelle Maschine kann dabei ein- oder ausgeschaltet sein. Beim Verschieben der virtuellen Maschine mit VirtualCenter haben Sie zwei Möglichkeiten:

- Ziehen Sie das Objekt der virtuellen Maschine auf das Clusterobjekt.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Namen der virtuellen Maschine, und wählen Sie die Option **Migrieren (Migrate)**.

Bei DRS-Clustern wird der Benutzer zur Eingabe folgender Informationen aufgefordert:

- Angabe des Speicherorts, bei dem es sich um den Cluster selbst oder einen Ressourcenpool innerhalb des Clusters handeln kann.
- Angabe eines Hosts, auf dem die virtuelle Maschine eingeschaltet und ausgeführt werden soll, wenn sich der Cluster im manuellen Modus befindet. Wenn der Cluster über eine standardmäßig vollständige oder teilautomatisierte Automatisierungsebene verfügt, wird der Host von DRS gewählt.

HINWEIS Eine virtuelle Maschine kann unmittelbar in den Ressourcenpool innerhalb eines Clusters verschoben werden. In diesem Fall wird der Assistent für die Migration aufgerufen, die Seite zur Auswahl des Ressourcenpools wird jedoch nicht angezeigt. Das direkte Migrieren auf einen Host innerhalb eines Clusters ist nicht zulässig, da die Ressourcen über den Ressourcenpool gesteuert werden.

Hinzufügen eines Hosts mit virtuellen Maschinen zu einem Cluster

Wird ein Host zu einem Cluster hinzugefügt, werden alle auf dem Host befindlichen virtuellen Maschinen ebenfalls zum Cluster hinzugefügt. Siehe „Hinzufügen von Hosts zu einem DRS-Cluster“ auf Seite 120 und „Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster“ auf Seite 140.

Einschalten virtueller Maschinen in einem Cluster

Werden virtuelle Maschinen auf Hosts eingeschaltet, die Teil eines Clusters sind, hängt das Verhalten von VirtualCenter vom Clustertyp ab.

DRS aktiviert

Wenn Sie einen virtuelle Maschinen oder Gruppe mit virtuellen Maschinen und aktivierter DRS-Funktion einschalten, führt VirtualCenter zunächst die Zugriffssteuerung durch. Dabei wird geprüft, ob der Cluster und der Ressourcenpool über ausreichende Ressourcen für die virtuellen Maschinen verfügen. Sollten die Ressourcen im Cluster zum Einschalten einer einzigen virtuellen Maschine oder einer der virtuellen Maschine in einer Gruppe nicht ausreichen, wird eine Meldung angezeigt.

Sind genügend Ressourcen verfügbar, führt VirtualCenter die folgenden Aufgaben aus:

- Wenn die Automatisierungsebene für eine der Aktionen, die stattfinden werden (Einschalten oder Migrieren virtueller Maschinen oder Einschalten von Hosts), auf **manuell (manual)** festgelegt ist, zeigt VirtualCenter eine Empfehlung zur anfänglichen Platzierung an. Siehe „Anfängliche Platzierung“ auf Seite 75.
- Wenn alle Aktionen auf **automatisch (automatic)** gesetzt sind, platziert VirtualCenter die virtuelle Maschine auf dem am besten geeigneten Host, ohne eine Empfehlung anzuzeigen.

HA aktiviert

Wenn Sie eine virtuelle Maschine einschalten und HA aktiviert ist, führt VirtualCenter eine HA-Zugangssteuerung durch. Beim Einschalten der virtuellen Maschine wird geprüft, ob die Ressourcen für eine bestimmte Anzahl an Host-Failovern ausreichen.

- Falls genügend Ressourcen vorhanden sind, wird die virtuelle Maschine eingeschaltet.

- Falls keine ausreichenden Ressourcen vorhanden sind und die strenge Zugangssteuerung verwendet wird (Standardeinstellung), weist eine Meldung darauf hin, dass die virtuelle Maschine nicht eingeschaltet werden kann. Wird keine strenge Zugangssteuerung verwendet, wird die virtuelle Maschine ohne Anzeige einer Warnmeldung gestartet.

Entfernen virtueller Maschinen aus einem Cluster

Sie haben die Möglichkeit, virtuelle Maschinen aus einem Cluster zu entfernen, indem Sie diese aus dem Cluster migrieren oder einen Host mit virtuellen Maschinen aus dem Cluster entfernen.

Migrieren virtueller Maschinen aus einem Cluster heraus

Es gibt zwei Methoden, um eine virtuelle Maschine von einem Cluster auf einen eigenständigen Host oder von einem Cluster auf einen anderen Cluster zu migrieren.

- Verwenden Sie das standardmäßige Drag & Drop-Verfahren.
- Wählen Sie im Kontextmenü der virtuellen Maschine oder in der Menüleiste von VirtualCenter die Option **Migrieren (Migrate)**.

Falls die virtuelle Maschine zur Affinitätsregelgruppe eines DRS-Clusters gehört (siehe „Verwenden von DRS-Affinitätsregeln“ auf Seite 127), zeigt VirtualCenter eine Warnmeldung an, bevor die Migration fortgesetzt werden kann. Die Warnmeldung weist darauf hin, dass abhängige virtuelle Maschinen nicht automatisch migriert werden. Sie müssen die Warnmeldung zunächst bestätigen, damit die Migration fortgesetzt wird.

Entfernen eines Hosts mit virtuellen Maschinen aus einem Cluster

Wird ein Host aus einem Cluster entfernt, werden ebenfalls alle virtuellen Maschinen auf dem Host entfernt. Ein Host kann nur entfernt werden, wenn er sich im Wartungsmodus befindet oder nicht verbunden ist. Siehe „Entfernen von Hosts aus einem Cluster“ auf Seite 122.

HINWEIS Wird ein Host aus einem HA-Cluster entfernt, kann es sein, dass der Cluster rot gekennzeichnet wird, weil er im Falle eines Failovers nicht mehr über genügend Ressourcen verfügt. Wird ein Host aus einem DRS-Cluster entfernt, wird der Cluster möglicherweise aufgrund einer Überbelegung gelb gekennzeichnet. Siehe „Gültige, gelbe und rote Cluster“ auf Seite 96.

Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen

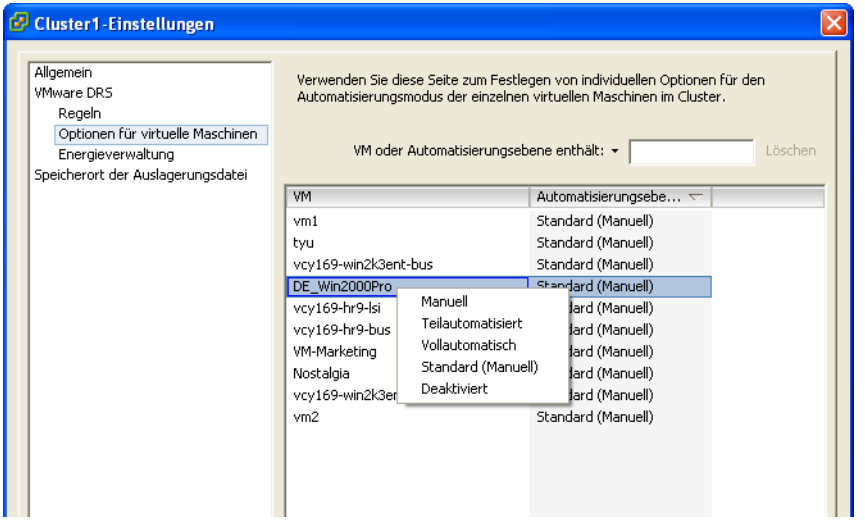
Der Automatisierungsmodus für einzelne virtuelle Maschinen in einem DRS-Cluster kann benutzerdefiniert angepasst werden, um den standardmäßigen Automatisierungsmodus des Clusters außer Kraft zu setzen. So können Sie zum Beispiel für bestimmte virtuelle Maschinen in einem vollautomatisierten Cluster **Manuell (Manual)** oder für bestimmte virtuelle Maschinen in einem manuellen Cluster **Teilautomatisiert (Partially Automated)** wählen.

Wenn eine virtuelle Maschine auf **Deaktiviert (Disabled)** gesetzt ist, führt VirtualCenter keine Migration dieser virtuellen Maschine durch bzw. bietet keine entsprechenden Migrationsempfehlungen an.

So stellen Sie einen benutzerdefinierten Automatisierungsmodus für eine oder mehrere virtuelle Maschinen ein

1 Wählen Sie den Cluster, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Wählen Sie im Dialogfeld **Clustereinstellungen (Cluster Settings)** in der Spalte links **Optionen für virtuelle Maschinen (Virtual Machine Options)**.



3 Wählen Sie eine einzelne virtuelle Maschine, oder halten Sie die Umschalttaste oder Strg-Taste gedrückt, um mit der Maus mehrere virtuelle Maschinen zu auszuwählen.

4 Wählen Sie im Kontextmenü den Automatisierungsmodus, und klicken Sie auf **OK**.

Anpassen von HA für virtuelle Maschinen

Sie können HA benutzerdefiniert anpassen, um die Neustartpriorität und die Isolierungsreaktion festzulegen:

Neustartpriorität. Bestimmt, in welcher Reihenfolge virtuelle Maschinen nach einem Hostausfall neu gestartet werden. Sie wird zwar immer berücksichtigt, ist allerdings in folgenden Fällen besonders wichtig:

- Wenn für den Hostausfall eine bestimmte Hostanzahl festgelegt wurde (z. B. drei), tatsächlich aber mehr Hosts ausfallen (z. B. vier).
- Wenn die strenge Zugangssteuerung deaktiviert wurde und mehr virtuelle Maschinen gestartet wurden, als in den HA-Einstellungen festgelegt wurde.

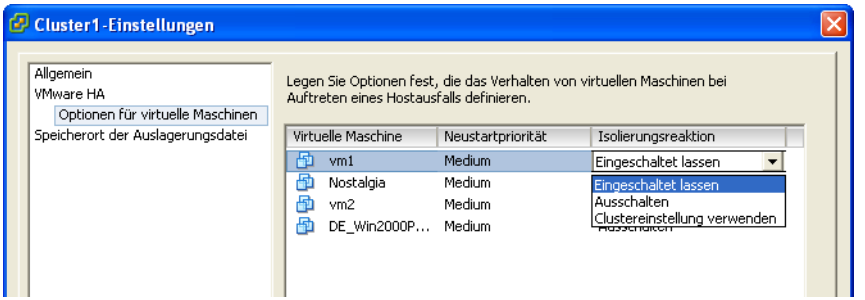
Isolierungsreaktion. Bestimmt, was geschieht, wenn die Verbindung eines Hosts in einem HA-Cluster zur Netzwerkkonsole (oder dem VMkernel-Netzwerk in ESX Server 3i) unterbrochen und dieser weiter ausgeführt wird. Die anderen Hosts im Cluster erhalten von diesem Host kein Taktsignal mehr, erklären ihn für ausgefallen und versuchen, die anderen virtuellen Maschinen neu zu starten. Durch eine Festplattensperre wird verhindert, dass zwei Instanzen einer virtuellen Maschine auf zwei unterschiedlichen Hosts ausgeführt werden. Standardmäßig werden virtuelle Maschinen im Falle eines Hostisolierungsereignisses auf dem isolierten Host ausgeschaltet, damit sie auf einem anderen Host neu gestartet werden können. Dieses Verhalten kann für einzelne virtuelle Maschinen geändert werden.

Bei NAS- oder iSCSI-Speichern verliert die virtuelle Maschine durch die Trennung des Hosts von der Netzwerkkonsole (oder dem VMkernel-Netzwerk in ESX Server 3i) möglicherweise auch den Zugriff auf ihre Festplatte. In diesem Fall kann die Festplattensperre aufgehoben und die virtuelle Maschine erfolgreich auf einem anderen Host eingeschaltet werden. Die virtuelle Maschine auf dem isolierten Host wird weiterhin ausgeführt, hat jedoch keinen Zugriff mehr auf ihre Festplatte (auch wenn die Netzwerkverbindung wiederhergestellt ist), da die Festplattensperre aufgehoben wurde. Die virtuelle Maschine erstellt und verbraucht möglicherweise Netzwerk-E/A. Daher wird empfohlen, die **Isolierungsreaktion (Isolation Response)** auf **Ausschalten (Power off)** zu belassen (Standardeinstellung), wenn sich die virtuelle Maschine auf einem NAS- oder iSCSI-Speicher befindet.

So passen Sie das HA-Verhalten einzelner virtueller Maschinen an

1 Wählen Sie den Cluster, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie unter **VMware HA** auf **Optionen für virtuelle Maschinen (Virtual Machine Options)**.



3 Sie können für jede virtuelle Maschine im Menü **Neustartpriorität (Restart Priority)** oder **Isolierungsreaktion (Isolation Response)** eigene Einstellungen festlegen.

- Die **Neustartpriorität** bestimmt die relative Priorität beim Neustart virtueller Maschinen nach einem Hostausfall. Virtuelle Maschinen mit einer höheren Priorität werden zuerst gestartet.

  HINWEIS Diese Priorität gilt nur bezogen auf den jeweiligen Host. Falls mehrere Hosts ausfallen, migriert VirtualCenter zunächst alle virtuellen Maschinen des ersten Hosts in der Reihenfolge der festgelegten Priorität, anschließend werden alle virtuellen Maschinen des zweiten Hosts ebenfalls in der Reihenfolge der festgelegten Priorität migriert usw.

- Die Option **Isolierungsreaktion** legt fest, wie der ESX Server-Host, dessen Verbindung zum Cluster unterbrochen wurde, mit den gerade ausgeführten virtuellen Maschinen verfährt. Die Standardeinstellung sieht vor, dass alle virtuellen Maschinen im Falle eines Hostisolierungereignisses heruntergefahren werden.

Sie können die Option **Eingeschaltet lassen (Leave powered on)** auswählen, damit die virtuelle Maschine auf dem isolierten Host weiterhin eingeschaltet bleibt, auch wenn der Host nicht mehr mit den anderen Hosts des Clusters kommunizieren kann. Dies wäre beispielsweise dann angebracht, wenn sich das Netzwerk der virtuellen Maschine auf einem anderen stabilen und redundanten Netzwerk befindet, oder die virtuellen Maschinen einfach weiterhin ausgeführt werden sollen.

HINWEIS Wenn Sie einen Host zu einem Cluster hinzufügen, gelten für alle virtuellen Maschinen im Cluster standardmäßig die Neustartpriorität (**Mittel (Medium)**, wenn nicht anders festgelegt) und die Isolierungsreaktion (**Ausschalten (Power off)**, wenn nicht anders festgelegt).

---

8 Verwalten von VMware HA

In diesem Kapitel wird erläutert, wie Hosts zu einem HA-Cluster hinzugefügt und entfernt werden können und wie HA-Cluster angepasst werden können.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Anpassen von HA“ auf Seite 139
- „Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster“ auf Seite 140
- „Arbeiten mit VMware HA“ auf Seite 143
- „Festlegen erweiterter HA-Optionen“ auf Seite 144

HINWEIS Bei allen beschrieben Aufgaben wird vorausgesetzt, dass Sie über eine entsprechende Lizenz und die Berechtigung zur Ausführung der Aufgaben verfügen. Weitere Informationen zu Berechtigungen finden Sie in der Onlinehilfe.

Anpassen von HA

Nachdem Sie einen Cluster erstellt haben, können Sie ihn für DRS, HA oder beides aktivieren. Anschließend können Sie mit dem Hinzufügen oder Entfernen von Hosts fortfahren, oder den Cluster anpassen.

Die VMware HA kann wie folgt angepasst werden:

- Während der Clustererstellung haben Sie die Möglichkeit, die standardmäßige Neustartpriorität und Isolierungsreaktion des Clusters zu übernehmen oder zu ändern. Wählen Sie hierzu für den Cluster die Anzahl an Hostausfällen und geben Sie an, ob Sie eine strenge Zugangssteuerung erzwingen möchten. Siehe „Auswählen von HA-Optionen“ auf Seite 111.

- Fügen Sie Hosts, wie unter „Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster“ auf Seite 140 beschrieben, hinzu.
- Ändern Sie die Anzahl der Hostausfälle oder die Zugangssteuerung für vorhandene Cluster, wie in der Anleitung in „Arbeiten mit VMware HA“ auf Seite 143 erläutert.
- Stellen Sie für einzelne virtuelle Maschinen eine Priorität ein. HA verwendet die Prioritätsfestlegung für eine virtuelle Maschine, um die Reihenfolge bei einem Neustart festzulegen, sodass im Falle unzureichender Ressourcen innerhalb eines Hosts die virtuellen Maschinen mit einer höheren Priorität bevorzugt werden. Siehe „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136.
- Legen Sie eine Isolierungsreaktion für einzelne virtuelle Maschinen fest. Standardmäßig werden alle virtuellen Maschinen ausgeschaltet, wenn die Verbindung zwischen Host und Netzwerk unterbrochen wird. Siehe „Anpassen von HA für virtuelle Maschinen“ auf Seite 136.

Hinzufügen von Hosts zu einem HA-Cluster

Die Vorgehensweise für das Hinzufügen von Hosts zu einem Cluster unterscheidet sich für Hosts, die derzeit durch denselben VirtualCenter Server (verwalteten Host) verwaltet werden, im Vergleich zu Hosts, die derzeit nicht durch diesen Server verwaltet werden. Nach dem Hinzufügen des Hosts sind die auf dem Host bereitgestellten virtuellen Maschinen Teil des Clusters.

Hinzufügen verwalteter Hosts zu einem Cluster

Im Bestandslistenfenster von VirtualCenter werden alle Cluster und Hosts angezeigt, die durch diesen VirtualCenter Server verwaltet werden. Weitere Informationen zum Hinzufügen von Hosts zu einem VirtualCenter Server finden Sie im *Handbuch zur Serverkonfiguration für ESX Server*.

So fügen Sie einen verwalteten Host zu einem Cluster hinzu

1 Wählen Sie den Host entweder über die Bestandsliste oder die Listenanzeige aus.

2 Ziehen Sie den Host in das Zielclusterobjekt.

Durch das Hinzufügen des Hosts zum Cluster wird auf dem Host die Systemaufgabe `Konfigurieren von HA (Configuring HA)` erzeugt. Nachdem die Aufgabe abgeschlossen wurde, ist der Host in den HA-Dienst aufgenommen.

Hinzufügen nicht verwalteter Hosts zu einem Cluster

Sie können einen Host hinzufügen, der derzeit nicht durch denselben VirtualCenter Server wie der Cluster verwaltet wird (und deshalb nicht sichtbar ist).

So fügen Sie einen nicht verwalteten Host zu einem Cluster hinzu

1 Wählen Sie den Cluster, zu dem Sie den Host hinzufügen möchten, und klicken Sie im Kontextmenü auf die Option **Host hinzufügen (Add Host)**.

2 Geben Sie den Hostnamen, Benutzernamen und das Kennwort ein, und klicken Sie auf **Weiter (Next)**.

Der Host wurde zum Cluster hinzugefügt. Durch das Hinzufügen des Hosts zum Cluster wird auf dem Host die Systemaufgabe `Konfigurieren von HA (Configuring HA` erzeugt. Nachdem die Aufgabe abgeschlossen wurde, ist der Host in den HA-Dienst aufgenommen.

Auswirkungen nach dem Hinzufügen eines Hosts zu einem Cluster

Folgendes gilt, nachdem ein Host zu einem HA-Cluster hinzugefügt wurde:

- Die Ressourcen des Hosts stehen dem Cluster für die Verwendung in seinem Root-Ressourcenpool unmittelbar zur Verfügung.
- Sofern für den Cluster nicht zusätzlich DRS aktiviert ist, werden alle Ressourcenpools in den Ressourcenpool oberster Ebene des Clusters (nicht sichtbar) zusammengelegt.

  HINWEIS Die Ressourcenpoolhierarchie geht dabei verloren. Sie wird auch dann nicht wieder verfügbar, wenn der Host zu einem späteren Zeitpunkt aus dem Cluster entfernt wird.

- Sämtliche Kapazitäten des Hosts, die oberhalb des angeforderten oder garantierten Umfangs der ausgeführten virtuellen Maschinen liegen, fließen als verfügbare Reservekapazität in den Clusterpool ein. Mithilfe dieser Reservekapazität können virtuelle Maschinen bei einem Hostausfall auf anderen Hosts gestartet werden.
- Wird ein Host mit mehreren gerade ausgeführten virtuellen Maschinen hinzugefügt und kann der Cluster deshalb seine Failover-Anforderungen nicht mehr erfüllen, wird eine Warnmeldung angezeigt und der Cluster rot gekennzeichnet.

- Standardmäßig gelten für alle virtuellen Maschinen auf dem hinzugefügten Host die Neustartpriorität (**Mittel (Medium)**, falls keine andere angegeben) und die Isolierungsreaktion (**Heruntergefahren (Power off)**, falls keine andere angegeben). Weitere Informationen zu diesen Optionen finden Sie unter „Auswählen von HA-Optionen“ auf Seite 111.
- Das System überwacht außerdem den Status des HA-Dienstes auf den einzelnen Hosts und zeigt Informationen zu Konfigurationsproblemen im Fenster **Zusammenfassung (Summary)** an.
- Wenn ein Host aus dem Cluster entfernt wird (bzw. er nicht verbunden ist oder sich im Wartungsmodus befindet), wird die Konfiguration für den HA-Dienst aufgehoben. Möglicherweise wird auf dem Host die Systemaufgabe `Konfiguration von HA aufheben (Unconfiguring HA)` angezeigt, die zunächst abgeschlossen werden muss.

Konfigurieren und Aufheben der Konfiguration von HA auf einem Host

Beim Hinzufügen eines Hosts zu einem HA-Cluster wird die Systemaufgabe `Konfigurieren von HA (Configuring HA)` erzeugt. Diese Aufgabe muss zuerst erfolgreich abgeschlossen werden, damit der Host bereit für HA ist. Der Hoststatus wird während dem Konfigurieren bzw. Aufheben der Konfiguration für HA gelb gekennzeichnet; auf der Seite **Zusammenfassung (Summary)** wird der eventuell ausstehende Vorgang angezeigt.

In folgenden Fällen wird ein Host für HA konfiguriert:

- Für einen Cluster wird HA aktiviert
- Es wird eine Verbindung zu einem Host in einem HA-Cluster hergestellt
- Der Wartungsmodus auf dem Host wird beendet

In folgenden Fällen wird die Konfiguration eines Hosts für HA aufgehoben:

- Für einen Cluster wird HA deaktiviert
- Die Verbindung zum Host wird getrennt
- Der Wartungsmodus auf dem Host wird aufgerufen

VORSICHT Durch das Trennen der Verbindung eines Hosts mit einem HA-Cluster wird die Zahl der verfügbaren Ressourcen für Failover-Vorgänge reduziert. Wenn die Failover-Kapazität eines Clusters kleiner oder gleich der konfigurierten Failover-Kapazität ist, wird bei Unterbrechung der Verbindung eines Hosts eine Failover-Warnmeldung für den Cluster angezeigt. Wurde die Verbindung schließlich vollständig getrennt, kann die konfigurierte Failover-Ebene für den Cluster unter Umständen nicht beibehalten werden.

Möglicherweise wird die Systemaufgabe `Konfiguration für HA aufheben (Unconfiguring HA)` erzeugt. Im Falle der Trennung vom Host oder beim Wechsel in den Wartungsmodus wird die Konfiguration im Rahmen der jeweiligen Aufgabe aufgehoben und keine eigene Systemaufgabe erzeugt. Der HA-Dienst wird außerdem auf den einzelnen Hosts überwacht. Auf der Seite **Zusammenfassung (Summary)** des Hosts werden aufgetretene Fehler angezeigt. Der Host wird rot gekennzeichnet.

Informationen zu den Ereignissen in Bezug auf die ausgewählte Aufgabe werden angezeigt, sobald beim Konfigurieren oder Aufheben der Konfiguration ein Fehler auftritt. Möglicherweise müssen Sie auch die Protokolle auf dem Host überprüfen. Nach der Fehlerbehebung wird für den Host die Aufgabe `HA neu konfigurieren (Reconfigure)` erzeugt, um HA auf einem ausgefallenen Host neu zu konfigurieren.

HINWEIS Bei der HA-Konfiguration muss der DNS-Server die Hostnamen auflösen. Wenn die Konfiguraton jedoch einmal durchgeführt wurde, wird die Namensauflösung von HA zwischengespeichert, sodass für die Durchführung von Failover-Vorgängen keine DNS-Suche erforderlich ist.

Arbeiten mit VMware HA

HA kann entweder durch Deaktivieren oder die Neukonfiguration der Optionen neu konfiguriert werden.

So deaktivieren Sie HA

1 Wählen Sie den Cluster.

2 Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

3 Klicken Sie im linken Fenster auf die Option **Allgemein (General)**, und deaktivieren Sie das Kontrollkästchen **VMware HA aktivieren (Enable VMware HA)**.

So konfigurieren Sie HA neu

1 Wählen Sie den Cluster.

2 Wählen Sie im Kontextmenü die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

3 Aktivieren Sie im Dialogfeld **Clustereinstellungen (Cluster Settings)** das Kontrollkästchen **VMware HA aktivieren (Enable VMware HA)**.

4 Nehmen Sie Änderungen hinsichtlich der Anzahl der Host-Failovers oder des Zugangssteuerungsverhaltens vor. Siehe „Auswählen von HA-Optionen“ auf Seite 111.

Festlegen erweiterter HA-Optionen

In diesem Abschnitt finden Sie eine Anleitung zum Festlegen der erweiterten Attribute für HA sowie eine Liste mit einigen Attributen, die Sie möglicherweise festlegen möchten. Da sich diese Attribute auf die Funktionsweise von HA auswirken, sollten Sie diese mit Bedacht ändern.

So legen Sie erweiterte Optionen für HA fest

1 Wählen Sie im Dialogfeld **Clustereinstellungen (Cluster Settings)** die Option **VMware HA**.

2 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Erweiterte Optionen (Advanced Options)**, um das Dialogfeld **Erweiterte Optionen (HA) (Advanced Options (HA))** zu öffnen.

3 Geben Sie alle zu ändernden erweiterten Attribute in einem Textfeld in der Spalte **Option (Option)**ein, und legen Sie in der Spalte **Wert (Value)** den zugehörigen Wert fest.

4 Klicken Sie auf **OK**.

Tabelle 8-1. Erweiterte HA-Attribute

Attribut	Beschreibung
das.isolationsadresse	Legt die Adresse für den Ping-Test fest, über den geprüft wird, ob ein Host vom Netzwerk isoliert ist. Falls diese Option nicht angegeben ist, wird das Standard-Gateway des Konsolennetzwerks verwendet. Das Standard-Gateway muss eine zuverlässige Adresse sein, die sicher verfügbar ist, sodass der Host ermitteln kann, ob er vom Netzwerk isoliert ist. Für einen Cluster können mehrere Isolierungsadressen (bis zu 10) angegeben werden: `das.isolationaddress`*X*, wobei *X* = 1-10.
das.usedefaultisolationaddress	Per Voreinstellung verwendet HA das Standard-Gateway des Konsolennetzwerks als Prüfadresse, um eine Isolierung festzustellen. Dieses Attribut legt fest, ob das Attribut verwendet wird (`true|false`).
das.standardfailoverhost	Ist diese Einstellung gesetzt, versucht VMware HA zunächst, ein Host-Failover unter Berücksichtigung des hier festgelegten Hosts durchzuführen. Dieses Attribut ist nützlich, wenn Sie einen Host als Reserve-Failover-Host verwenden möchten, wird jedoch im Allgemeinen nicht empfohlen, da VMware HA versucht, die gesamte verfügbare Reservekapazität aller Hosts innerhalb des Clusters zu nutzen. Wenn der festgelegte Host nicht über ausreichend Reservekapazität verfügt, versucht HA ein Failover durchzuführen, um einen anderen Host des Clusters zu erreichen, der genügend Kapazität aufweist.
das.failuredetectiontime	Ändert die standardmäßige Ausfallerkennungszeit (der Wert ist per Voreinstellung auf 15000 Millisekunden festgelegt). Dies ist die Zeitspanne, innerhalb der ein Host kein Taktsignal von einem anderen Host empfängt und die Verbindung zum anderen Host als unterbrochen betrachtet.
das.failuredetectioninverval	Ändert das Taktsignalintervall zwischen HA-Hosts. Per Voreinstellung erfolgt dieses jede Sekunde.

Tabelle 8-1. Erweiterte HA-Attribute (Fortsetzung)

Attribut	Beschreibung
das.vmMemoryMinMB	Gibt die Mindestmenge an Arbeitsspeicher (in Megabyte) an, die für eine beliebige virtuelle Maschine im Cluster ausreicht, um genutzt werden zu können. Dieser Wert wird nur verwendet, wenn keine Arbeitsspeicherreservierung für die virtuelle Maschine angegeben wurde. Darüber hinaus wird der Wert für die HA-Zugangssteuerung und zur Berechnung der aktuellen Failover-Ebene herangezogen. Falls kein Wert festgelegt wird, lautet der Standardwert 256 MB.
das.vmCpuMinMHz	Gibt die Mindestmenge an CPU-Kapazität (in Megahertz) an, die für eine beliebige virtuelle Maschine im Cluster ausreicht, um genutzt werden zu können. Dieser Wert wird nur verwendet, wenn keine CPU-Reservierung für die virtuelle Maschine angegeben wurde. Darüber hinaus wird der Wert für die HA-Zugangssteuerung und zur Berechnung der aktuellen Failover-Ebene herangezogen. Falls kein Wert festgelegt wird, lautet der Standardwert 256 MHz.

Erweiterte Ressourcenverwaltung 9

In diesem Kapitel werden einige Themen zur erweiterten Ressourcenverwaltung erläutert. Es sind konzeptionelle Informationen und eine Beschreibung der anpassbaren, erweiterten Parameter enthalten. In der Regel ist die Verwendung der erweiterten Einstellungen nicht erforderlich, und eine falsche Verwendung kann sich sogar ungünstig auf die Systemleistung auswirken. Für erfahrene Administratoren können diese erweiterten Konfigurationsoptionen jedoch für eine präzise Leistungsoptimierung der ESX Server-Umgebung nützlich sein.

HINWEIS Für die in diesem Kapitel erörterten Themen und Aufgaben ist keine DRS- oder HA-Lizenz erforderlich.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „CPU-Virtualisierung“ auf Seite 148
- „Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren“ auf Seite 150
- „Prozessoren mit mehreren Kernen“ auf Seite 152
- „Hyper-Threading“ auf Seite 154
- „Arbeitsspeichervirtualisierung“ auf Seite 158
- „Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead“ auf Seite 162
- „Arbeitsspeicherzuteilung und Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher“ auf Seite 164
- „Arbeitsspeicherabruf durch ESX Server-Hosts“ auf Seite 167

- „Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung durch mehrere virtuelle Maschinen“ auf Seite 172
- „Erweiterte Attribute und ihre Funktionen“ auf Seite 173

CPU-Virtualisierung

Um die CPU-bezogenen Probleme zu verstehen, muss zwischen Emulation und Virtualisierung unterschieden werden.

Bei der Emulation werden alle Vorgänge in der Software durch einen Emulator ausgeführt. Mithilfe eines Softwareemulators können Programme auf einem Computersystem ausgeführt werden, das nicht dem System entspricht, für das die Programme ursprünglich geschrieben worden sind. Der Emulator ermöglicht dies, indem er das Verhalten des ursprünglichen Computers emuliert und reproduziert. Dabei werden dieselben Daten oder Eingaben angenommen und dieselben Ergebnisse erzielt. Die Emulation ermöglicht Portabilität und wird häufig verwendet, um die für eine bestimmte Plattform konzipierte Software auf verschiedenen Plattformen auszuführen.

Die Virtualisierung nutzt weitestgehend die zugrunde liegenden physischen Ressourcen, wobei die Virtualisierungsebene Anweisungen nur nötigenfalls ausführt, sodass die virtuellen Maschinen so fungieren, als würden sie direkt auf einer physischen Maschine ausgeführt. Die Virtualisierung ist auf die Leistung ausgerichtet und wird möglichst direkt auf dem Prozessor ausgeführt.

Software-CPU-Virtualisierung

Mit der Software-CPU-Virtualisierung wird der Gastanwendungscode direkt auf dem Prozessor ausgeführt, während der berechtigte Code des Gasts übersetzt wird und der übersetzte Code auf dem Prozessor ausgeführt wird. Der übersetzte Code ist etwas umfangreicher als der Ausgangscode. Dies führt zu einer langsameren Ausführung des Gastbetriebssystems. Daher werden Gastprogramme, die über eine kleine berechtigte Codekomponente verfügen, mit annähernd ursprünglicher Geschwindigkeit ausgeführt, während Programme mit einer größeren berechtigten Codekomponente, z. B. Systemaufrufe, Traps oder Seitentabellenaktualisierungen, in der virtualisierten Umgebung langsamer ausgeführt werden.

Hardwaregestützte CPU-Virtualisierung

Bestimmte Prozessoren (wie Intel VT und AMD SVM) bieten für die CPU-Virtualisierung eine Hardwareunterstützung. Mithilfe dieser Unterstützung wird dem Gast ein separater Ausführungsmodus bereitgestellt, der als Gastmodus bezeichnet wird. Ob Anwendungscode oder berechtigter Code – der Gastcode wird im Gastmodus ausgeführt. Bei bestimmten Ereignissen beendet der Prozessor den

Gastmodus und wechselt in den Root-Modus. Der Hypervisor wird dann im Root-Modus ausgeführt, ermittelt den Grund für den Wechsel, führt alle erforderlichen Aktionen aus und startet den Gast im Gastmodus neu.

Die Übersetzung von Code ist bei der hardwaregestützten Virtualisierung nicht mehr erforderlich. Daher werden Systemaufrufe oder Trap-intensive Arbeitslasten mit annähernd ursprünglicher Geschwindigkeit ausgeführt. Dennoch führen einige Arbeitslasten, z. B. das Aktualisieren von Seitentabellen betreffende Arbeitslasten, zu einer Vielzahl an Wechseln vom Gastmodus in den Root-Modus. Abhängig von der Anzahl dieser Wechsel und der insgesamt für die Wechsel aufgewendeten Zeit, kann die Ausführungsgeschwindigkeit deutlich verringert werden.

Virtualisierung und prozessorspezifisches Verhalten

Da die CPU durch die VMware Software virtualisiert wird, erkennt die virtuelle Maschine das spezifische Modell des Prozessors auf dem sie ausgeführt wird. Einige Betriebssysteme installieren verschiedene, auf bestimmte Prozessormodelle abgestimmte Kernelversionen, die auch in virtuellen Maschinen installiert werden. Aufgrund der unterschiedlichen Kernelversionen ist es nicht möglich, virtuelle Maschinen, die auf einem System mit einem bestimmten Prozessormodell ausgeführt werden (z. B. AMD), auf ein System zu migrieren, das auf einem anderen Prozessor basiert (z. B. Intel).

Auswirkungen auf die Leistung

Bei der CPU-Virtualisierung werden variable Anteile des Overheads hinzugefügt, die von der Arbeitslast und dem verwendeten Virtualisierungstyp abhängen.

Eine Anwendung wird als CPU-gebunden bezeichnet, wenn die meiste Zeit innerhalb der Anwendung mit der Ausführung von Anweisungen statt mit dem Warten auf externe Ereignisse, wie Benutzerinteraktionen, Geräteeingaben oder Datenabrufe, verbracht wird. Für derartige Anwendungen benötigt der CPU-Virtualisierungs-Overhead zusätzliche auszuführende Anweisungen. Die dadurch beanspruchte CPU-Verarbeitungszeit könnte ansonsten durch die Anwendung selbst genutzt werden. Der CPU-Virtualisierungs-Overhead führt normalerweise zu einer Verringerung der Leistung insgesamt.

Bei Anwendungen, die nicht CPU-gebunden sind, führt die CPU-Virtualisierung eher zu einem Anstieg der CPU-Nutzung. Kann der Overhead durch die CPU abgefangen werden, ist noch immer eine vergleichbare Leistung in Hinblick auf den allgemeinen Durchsatz möglich.

ESX Server 3 unterstützt bis zu vier virtuelle Prozessoren (CPUs) pro virtueller Maschine.

HINWEIS Stellen Sie Einzel-Thread-Anwendungen auf virtuellen Einzelprozessormaschinen bereit (statt auf virtuellen SMP-Maschinen), um eine optimale Leistung und Ressourcennutzung zu erzielen.

Einzel-Thread-Anwendungen können nur eine einzige CPU nutzen. Durch das Bereitstellen solcher Anwendungen in virtuellen Maschinen mit zwei Prozessoren kann die Anwendung nicht beschleunigt werden. Dies führt vielmehr dazu, dass die zweite virtuelle CPU physische Ressourcen nutzt, die ansonsten durch andere virtuelle Maschinen genutzt werden könnten.

Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren

Affinität bedeutet, dass in Systemen mit mehreren Prozessoren die Zuweisung virtueller Maschinen auf bestimmte verfügbare Prozessoren eingeschränkt werden kann. Dies geschieht durch Festlegen einer Affinitätseinstellung für jede virtuelle Maschine.

VORSICHT Die Verwendung von Affinität könnte nicht geeignet sein. Siehe „Mögliche Affinitätsprobleme“ auf Seite 151.

Die CPU-Affinitätseinstellung für eine virtuelle Maschine gilt nicht nur für alle mit der virtuellen Maschine verknüpften virtuellen CPUs, sondern auch für alle anderen mit der virtuellen Maschine verknüpften Threads (auch als „Worlds“ bezeichnet). Solche Threads virtueller Maschinen führen die Verarbeitung für die Emulation von Maus, Tastatur, Bildschirm, CD-ROM-Laufwerk und verschiedenen anderen Legacy-Geräten durch.

In einigen Fällen, z. B. bei anzeigeintensiven Arbeitslasten, kann eine erhebliche Kommunikation zwischen den virtuellen CPUs und den anderen Threads virtueller Maschinen stattfinden. Die Leistung wird möglicherweise verringert, wenn die Affinitätseinstellung für die virtuelle Maschine verhindert, dass zusätzliche Threads gleichzeitig mit den virtuellen CPUs der virtuellen Maschine geplant werden (beispielsweise eine virtuelle Maschine mit einem Prozessor mit Affinität zu einer einzelnen CPU oder eine virtuelle SMP-Maschine mit zwei Prozessoren mit Affinität zu lediglich zwei CPUs).

Für eine optimale Leistung bei Verwendung der Affinitätseinstellungen wird empfohlen, zumindest eine zusätzliche physische CPU in den Affinitätseinstellungen festzulegen, damit mindestens ein Thread der virtuellen Maschine gleichzeitig mit den virtuellen CPUs geplant werden kann (beispielsweise eine virtuelle Maschine mit

einem Prozessor mit Affinität zu mindestens zwei CPUs oder eine virtuelle SMP-Maschine mit zwei Prozessoren mit Affinität zu mindestens drei CPUs).

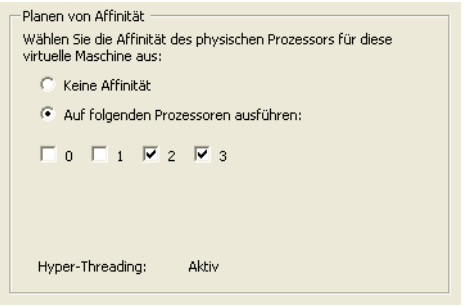
HINWEIS Die CPU-Affinität unterscheidet sich von der DRS-Affinität, wie in „Anpassen von DRS für virtuelle Maschinen“ auf Seite 135 beschrieben.

So weisen Sie eine virtuelle Maschine einem bestimmten Prozessor zu

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients eine virtuelle Maschine, und klicken Sie auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie auf die Registerkarte **Ressourcen (Resources)**, und wählen Sie **CPU**.

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Auf folgenden Prozessoren ausführen (Run on processor(s))**.


Planen von Affinität
Wählen Sie die Affinität des physischen Prozessors für diese virtuelle Maschine aus:
Keine Affinität
Auf folgenden Prozessoren ausführen:
0 1 2 3
Hyper-Threading: Aktiv

4 Wählen Sie die Prozessoren, auf denen die virtuelle Maschine ausgeführt werden soll, und klicken Sie anschließend auf **OK**.

Mögliche Affinitätsprobleme Im Rahmen der Affinität virtueller Maschinen erfolgt die Zuweisung der einzelnen virtuellen Maschinen zu den Prozessoren gemäß der festgelegten Affinitätseinstellung. Bedenken Sie vor der Verwendung der Affinität folgende Probleme:

- Bei Systemen mit mehreren Prozessoren führen die ESX Server-Systeme einen automatischen Lastenausgleich durch. Vermeiden Sie eine manuelle Festlegung der Affinität virtueller Maschinen, damit der die Last vom Scheduler besser über mehrere Prozessoren ausgeglichen werden kann.
- Die Einhaltung der festgelegten Reservierung und Anteile für eine virtuelle Maschine durch den ESX Server-Host kann durch Affinität beeinträchtigt werden.
- Da die CPU-Zugangssteuerung die Affinität nicht berücksichtigt, erhält eine virtuelle Maschine mit manuellen Affinitätseinstellungen möglicherweise nicht immer die für sie vorgesehene vollständige Reservierung.

Umgekehrt werden virtuelle Maschinen ohne manuelle Affinitätseinstellungen nicht durch virtuelle Maschinen mit manuellen Affinitätseinstellungen beeinträchtigt.

- Beim Verschieben einer virtuellen Maschine zwischen zwei Hosts wird die Affinität möglicherweise aufgehoben, da der neue Host über eine andere Prozessoranzahl verfügen kann.
- Der NUMA-Scheduler ist unter Umständen nicht in der Lage, eine virtuelle Maschine zu verwalten, die mithilfe von Affinität bestimmten Prozessoren zugewiesen wurde. Zusätzliche Informationen über die Verwendung von NUMA bei ESX Server-Hosts finden Sie in Kapitel 10, „Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX Server“, auf Seite 181.
- Affinitätseinstellungen können die Fähigkeit des ESX Server-Hosts beeinträchtigen, virtuelle Maschinen für Prozessoren mit mehreren Kernen oder Hyper-Threading-Prozessoren einzuplanen, um von allen Vorteilen der gemeinsamen Ressourcennutzung auf solchen Prozessoren zu profitieren.

Prozessoren mit mehreren Kernen

Die von Intel und AMD entwickelten Prozessoren kombinieren zwei oder mehrere Prozessorkerne in einem einzelnen integrierten Schaltkreis (häufig als *Paket* oder *Socket* bezeichnet). VMware verwendet den Begriff *physischer Prozessor* oder *Socket*, um ein einzelnes Paket zu beschreiben, das mindestens einen Prozessorkern mit mindestens einem *logischen Prozessor* in jedem Kern umfassen kann. Prozessoren mit mehreren Kernen bieten zahlreiche Vorteile für einen ESX Server-Host, der mehrere Aufgaben virtueller Maschinen gleichzeitig ausführt.

Beispielsweise kann ein Prozessor mit zwei Kernen im Vergleich zu einem Prozessor mit einem Kern annähernd die doppelte Leistung bereitstellen, da er die gleichzeitige Ausführung von zwei virtuellen Maschinen ermöglicht. Jeder Kern kann über eigene Arbeitsspeichercaches verfügen bzw. einige der eigenen Caches mit anderen Kernen gemeinsam nutzen, wodurch die Anzahl an Cacheausfällen und erforderliche Zugriffe auf langsameren Hauptarbeitsspeicher potenziell verringert wird. Ein gemeinsam genutzter Arbeitsspeicherbus, der einen physischen Prozessor mit einem Hauptarbeitsspeicher verbindet, kann zu einer Leistungseinschränkung der logischen Prozessoren führen, wenn die darauf ausgeführten virtuellen Maschinen arbeitsspeicherintensive Arbeitslasten ausführen, die um dieselben Ressourcen des Arbeitsspeicherbusses konkurrieren.

Alle logischen Prozessoren aller Prozessorkerne lassen sich unabhängig voneinander vom ESX Server-CPU-Scheduler zum Ausführen virtueller Maschinen verwenden, wodurch Funktionen bereitstellt werden, die mit herkömmlichen SMP-Systemen

vergleichbar sind. Beispielsweise kann eine virtuelle Zwei-Wege-Maschine die eigenen virtuellen Prozessoren auf logischen Prozessoren ausführen, die zum selben Kern gehören oder sich auf anderen physischen Prozessoren befinden.

Tabelle 9-1 enthält eine Liste der Prozessoren mit entsprechenden Eigenschaften.

HINWEIS Auf Prozessoren mit Hyper-Threading-Technologie von Intel kann jeder Kern über zwei logische Prozessoren verfügen, die den Großteil der Kernressourcen wie Arbeitsspeichercaches und Ausführungs-Pipelines gemeinsam nutzen. Solche logischen Prozessoren werden in der Regel als *Threads* bezeichnet.

Tabelle 9-1. Prozessoren und Kerneigenschaften

Prozessor	Kerne	Threads/Kern	Logische Prozessoren
Intel Pentium III	1	1	1
Intel Pentium 4 (für HT deaktiviert)	1	1	1
Intel Pentium 4 (für HT aktiviert)	1	2	2
Intel Pentium D 940	2	1	2
Intel Pentium EE 840 (für HT aktiviert)	2	2	4
Intel Core 2 Duo	2	1	2
Intel Core 2 Quad	4	1	4
AMD Athlon64	1	1	1
AMD Athlon64 X2	2	1	2
AMD Opteron	1	1	1
AMD Opteron Dual Core	2	1	2

Ein ESX Server-CPU-Scheduler berücksichtigt die Prozessortopologie und die Beziehungen zwischen Prozessorkernen und den darauf befindlichen logischen Prozessoren. Diese Informationen werden zur Planung der virtuellen Maschinen und Leistungsoptimierung eingesetzt.

Hyper-Threading

Das Unternehmen Intel hat eine Hyper-Threading-Technologie zur Verbesserung der Leistung ihrer Pentium IV- und Xeon-Prozessorproduktlinien entwickelt. Mithilfe dieser Technologie kann ein einzelner Prozessorkern gleichzeitig zwei unabhängige Threads ausführen. Obwohl diese Funktion nicht die Leistung eines echten Systems mit zwei Prozessoren bietet, kann die Nutzung von On-Chip-Ressourcen verbessert werden, was zu einem höheren Durchsatz bei bestimmten wichtigen Arbeitslasttypen führt.

Eine detaillierte Beschreibung der Hyper-Threading-Technologie finden Sie auf der Intel-Website.

Weitere Informationen finden Sie im White Paper „Hyper-Threading Support in ESX Server 2“ auf der VMware-Website.

Durch die Hyper-Threading-Technologie kann sich ein einzelner physischer Prozessorkern wie zwei logische Prozessoren verhalten. Der Prozessor kann gleichzeitig zwei unabhängige Anwendungen ausführen. Zur Vermeidung von Verwechslungen zwischen logischen und physischen Prozessoren, bezeichnet Intel physische Prozessoren als *Socket*; dieser Begriff wird auch in diesem Kapitel verwendet.

Zwar lässt sich die Systemleistung durch Hyper-Threading nicht verdoppeln, aber die Leistung kann durch eine optimierte Nutzung von Leerlaufressourcen gesteigert werden. Eine auf einem logischen Prozessor eines belegten Kerns ausgeführte Anwendung verfügt über etwas mehr als die Hälfte des Durchsatzes, den sie erreichen würde, wenn sie alleine auf einem Prozessor ohne Hyper-Threading ausgeführt werden würde. Die Verbesserung der Leistung durch Hyper-Threading hängt jedoch stark von der jeweiligen Anwendung ab. Bei einigen Anwendungen kann Hyper-Threading sogar zu einem Leistungsabfall führen, da zahlreiche Prozessorressourcen (wie z. B. der Cache) von beiden logischen Prozessoren gemeinsam genutzt werden.

Aktivieren von Hyper-Threading

Hyper-Threading ist standardmäßig aktiviert. Falls die Funktion deaktiviert ist, können Sie sie aktivieren.

Alle Intel Xeon MP-Prozessoren und alle Intel Xeon DP-Prozessoren mit 512K L2-Cache unterstützen Hyper-Threading. Es sind jedoch nicht alle Intel Xeon-Systeme werkseitig mit einem BIOS ausgestattet, das Hyper-Threading unterstützt. Lesen Sie die Systemdokumentation, um festzustellen, ob das BIOS Hyper-Threading unterstützt. VMware ESX Server kann Hyper-Threading nicht auf Systemen mit mehr als 16 physischen CPUs aktivieren, da für ESX Server eine logische Grenze von 32 CPUs vorhanden ist.

So aktivieren Sie Hyper-Threading

1 Stellen Sie sicher, dass Ihr System die Hyper-Threading-Technologie unterstützt.

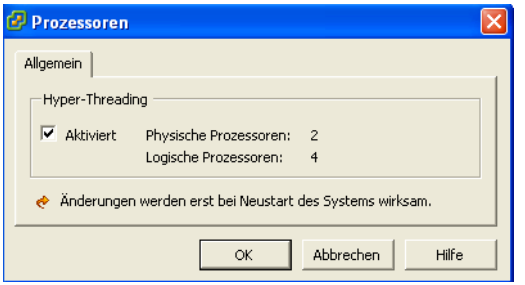
2 Aktivieren Sie Hyper-Threading im System-BIOS. Einige Hersteller bezeichnen diese Option als **Logischer Prozessor (Logical Processor)**, andere als **Hyper-Threading aktivieren (Enable Hyperthreading)**.

3 Stellen Sie sicher, dass die Hyper-Threading-Funktion für den ESX Server-Host aktiviert ist.

   a Wählen Sie im VI-Client den Host, und klicken Sie anschließend auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.

   b Wählen Sie die Option **Prozessoren (Processors)**, und klicken Sie auf **Eigenschaften (Properties)**.

   c Im Dialogfeld können Sie den Hyper-Threading-Status anzeigen und deaktivieren bzw. aktivieren (Standardeinstellung).



Hyper-Threading und ESX Server

Ein ESX Server-System mit aktiviertem Hyper-Threading sollte sich weitestgehend genau wie ein Standardsystem verhalten. Logische Prozessoren auf demselben Kern verfügen über angrenzende CPU-Nummern, d. h. die CPUs 0 und 1 befinden sich zusammen auf dem ersten Kern, die CPUs 2 und 3 auf dem zweiten Kern usw.

Durch die intelligente Verwaltung der Prozessorzeit durch VMware ESX Server-Systeme wird sichergestellt, dass die Last gleichmäßig über alle physischen Kerne des Systems verteilt wird. Virtuelle Maschinen werden vorzugsweise statt für zwei logische Prozessoren auf demselben Kern für zwei unterschiedliche Kernen eingeplant.

Wenn für einen logischen Prozessor keine Arbeitslast vorhanden ist, wird er in einen *angehaltenen* Status versetzt, sodass seine Ausführungsressourcen freigesetzt werden. Dadurch kann die auf dem anderen Prozessor desselben Kerns ausgeführte virtuelle

Maschine alle Ausführungsressourcen des Kerns verwenden. Der VMware-Scheduler berücksichtigt diese angehaltene Zeit genau, sodass eine virtuelle Maschine, die mit den vollständigen Ressourcen eines Kerns ausgeführt wird, mehr Arbeitslast übertragen bekommt als eine virtuelle Maschine, die auf einem halben Kern ausgeführt wird. Dieser Ansatz für die Prozessorverwaltung gewährleistet, dass der Server keine der Standardregeln für die Ressourcenzuteilung von ESX Server verletzt.

Erweiterte Serverkonfiguration für Hyper-Threading

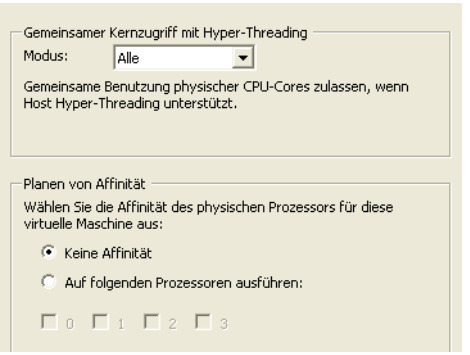
Sie können festlegen, wie die virtuellen CPUs einer virtuellen Maschine physische Kerne auf einem System mit Hyper-Threading gemeinsam verwenden können. Ein Kern wird von zwei virtuellen CPUs gemeinsam verwendet, wenn sie beide gleichzeitig auf logischen CPUs des Kerns ausgeführt werden. Diese Eigenschaft kann für einzelne virtuelle Maschinen festgelegt werden.

So legen Sie die Optionen für den gemeinsamen Zugriff auf Hyper-Threading für eine virtuelle Maschine fest

1 Klicken Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients mit der rechten Maustaste auf eine virtuelle Maschine, und klicken Sie auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie auf die Registerkarte **Ressourcen (Resources)** und anschließend Sie auf **Erweiterte CPU (Advanced CPU)**.

3 Treffen Sie im Dropdownmenü **Modus (Mode)** eine Auswahl, um für diese virtuelle Maschine Hyper-Threading festzulegen.


Gemeinsamer Kernzugriff mit Hyper-Threading
Modus:
Alle
Gemeinsame Benutzung physischer CPU-Cores zulassen, wenn Host Hyper-Threading unterstützt.
Planen von Affinität
Wählen Sie die Affinität des physischen Prozessors für diese virtuelle Maschine aus:
Keine Affinität
Auf folgenden Prozessoren ausführen:
0 1 2 3

Sie können aus den folgenden Optionen wählen.

Option	Beschreibung
Alle (Any)	Dies ist die Standardeinstellung für alle virtuellen Maschinen in einem System mit Hyper-Threading. Die virtuellen CPUs einer virtuellen Maschine mit dieser Einstellung können jederzeit frei die Kerne mit anderen virtuellen CPUs dieser oder anderer virtueller Maschinen gemeinsam nutzen.
Keine (None)	Die virtuellen CPUs einer virtuellen Maschine sollten die Kerne nicht gemeinsam oder mit virtuellen CPUs anderer virtueller Maschinen nutzen. Das bedeutet, dass jeder virtuellen CPU dieser virtuellen Maschine stets ein ganzen Kern zugeteilt werden sollte, wobei die andere logische CPU auf diesem Kern in den angehaltenen Status versetzt wird.
Intern (Internal)	Diese Option ist mit **Keine (None)** vergleichbar. Die virtuellen CPUs dieser virtuellen Maschine dürfen die Kerne nicht gemeinsam mit virtuellen CPUs anderer virtueller Maschinen verwenden. Kerne derselben virtuellen Maschine können sie jedoch mit den anderen virtuellen CPUs gemeinsam nutzen. Diese Option ist nur für virtuelle SMP-Maschinen zulässig. Bei Anwendung auf eine virtuelle Maschine mit nur einem Prozessor, wird diese Option vom System auf **Keine (None)** geändert.

Diese Optionen haben keine Auswirkung auf das Gleichgewicht oder die Zuteilung von CPU-Zeit. Unabhängig von den Hyper-Threading-Einstellungen einer virtuellen Maschine, erhält diese eine zu ihren CPU-Anteilen proportionale und den Einschränkungen durch die Werte für CPU-Reservierung und CPU-Grenze entsprechende CPU-Zeit.

Bei normalen Arbeitslasten sind benutzerdefinierte Hyper-Threading-Einstellungen eigentlich nicht notwendig. Die Optionen können im Falle ungewöhnlicher Arbeitslasten hilfreich sein, die mit der Hyper-Threading-Funktion nicht ordnungsgemäß interagieren. So könnte beispielsweise eine Anwendung mit Cache-Thrashing-Problemen eine andere Anwendung, die denselben physischen Kern verwendet, verlangsamen. Sie können die virtuelle Maschine, auf der die Anwendung ausgeführt wird, in den Hyper-Threading-Status **Keine (None)** oder **Intern (Internal)** versetzen, um sie von anderen virtuellen Maschinen zu isolieren.

Falls eine virtuelle CPU über Hyper-Threading-Einschränkungen verfügt, die es ihr nicht erlauben, einen Kern gemeinsam mit einer anderen virtuellen CPU zu verwenden, könnte das System sie umdisponieren, wenn andere virtuelle CPUs berechtigt sind, Prozessorzeit zu nutzen. Ohne die Hyper-Threading-Einschränkungen hätten beide virtuelle CPUs auf demselben Kern eingeplant werden können.

Bei Systemen mit einer begrenzten Anzahl an Kernen (pro virtueller Maschine) potenziert sich das Problem. In einem solchen Fall könnte es sein, dass kein Kern verfügbar ist, auf den die umdisponierte virtuelle Maschine migriert werden könnte. Folglich können virtuelle Maschinen mit der Hyper-Threading-Einstellung **Keine (None)** oder **Intern (Internal)**, insbesondere auf Systemen mit einer begrenzten Anzahl an Kernen, zu Leistungseinbußen führen.

Unter Quarantäne stellen

Unter gewissen, selten auftretenden Umständen könnte ein ESX Server-System erkennen, dass eine Anwendung nur bedingt mit der Hyper-Threading-Technologie funktioniert. Bestimmte Typen von selbst modifizierendem Code können beispielsweise das normale Verhalten des Pentium IV-Trace-Caches stören und zu einer extremen Verlangsamung (von bis zu 90 %) bei Anwendungen führen, die sich einen Kern mit dem problematischen Code teilen. In solchen Fällen stellt der ESX Server-Host die diesen Code ausführende virtuelle CPU unter Quarantäne und versetzt die virtuelle Maschine ggf. in den Modus **Keine (None)** oder **Intern (Internal)**. Die Quarantäne ist nur selten notwendig und für den Benutzer transparent.

Stellen Sie die erweiterte Einstellung **Cpu.MachineClearThreshold** des Hosts auf **0**, um die Quarantänefunktion zu deaktivieren. Siehe „Festlegen erweiterter Hostattribute“ auf Seite 173.

Hyper-Threading und CPU-Affinität

Überdenken Sie Ihre Situation, bevor Sie die CPU-Affinität auf Systemen mit aktivierter Hyper-Threading-Funktion festlegen. Wenn beispielsweise eine virtuelle Maschine mit hoher Priorität an CPU 0 und eine andere virtuelle Maschine mit hoher Priorität an CPU 1 gebunden ist, müssen beide virtuelle Maschinen denselben physischen Kern verwenden. In diesem Fall ist es eventuell nicht möglich, den Ressourcenanforderungen dieser beiden virtuellen Maschinen gerecht zu werden. Stellen Sie sicher, dass die benutzerdefinierten Affinitätseinstellungen auf einem System mit Hyper-Threading sinnvoll sind. In diesem Beispiel sollten Sie die virtuellen Maschinen an CPU 0 und CPU 2 binden und gar keine Affinitätseinstellung verwenden. Siehe „Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren“ auf Seite 150.

Arbeitsspeichervirtualisierung

Alle modernen Betriebssysteme unterstützen einen virtuellen Arbeitsspeicher, sodass die Software mehr Arbeitsspeicher verwenden kann, als die Maschine physisch gesehen bietet. Der virtuelle Arbeitsspeicherplatz ist in Blöcke unterteilt, normalerweise zu je 4 KB, die als Seiten bezeichnet werden. Der physische

Arbeitsspeicher ist ebenfalls in Blöcke unterteilt, normalerweise ebenfalls zu je 4 KB. Wenn der physische Arbeitsspeicher voll ist, werden die Daten der virtuellen Seiten, die nicht im physischen Arbeitsspeicher aufgenommen werden können, auf Festplatte gespeichert.

Software-Arbeitsspeichervirtualisierung

ESX Server virtualisiert den physischen Arbeitsspeicher des Gasts, indem eine zusätzliche Ebene der Adressübertragung hinzugefügt wird.

- Der VMM der einzelnen virtuellen Maschinen übernimmt die Zuordnung der physischen Arbeitsspeicherseiten des Gastbetriebssystems zu den physischen Arbeitsspeicherseiten der zugrunde liegenden Maschine. (VMware bezeichnet die zugrunde liegenden physischen Seiten als Maschinenseiten und die physischen Seiten des Gastbetriebssystems als physische Seiten.)

  Jede virtuelle Maschine verfügt über einen zusammenhängenden, nullbasierten, adressierbaren physischen Arbeitsspeicher. Der zugrunde liegende Maschinenarbeitsspeicher des von den virtuellen Maschinen verwendeten Servers ist nicht unbedingt zusammenhängend.

- Der VMM fängt Anweisungen virtueller Maschinen ab, die die Verwaltungsstrukturen für die Arbeitsspeicher des Gastbetriebssystems manipulieren, sodass die eigentliche Arbeitsspeicherverwaltungseinheit (MMU) des Prozessors nicht direkt durch die virtuelle Maschine aktualisiert wird.

- Der ESX Server-Host pflegt die Zuordnungen von virtuellen Seiten zu Maschinenseiten in einer Schattenseitentabelle, die entsprechend den Zuordnungen von physischen Seiten zu Maschinenseiten (wird durch den VMM gepflegt, siehe oben) auf dem aktuellen Stand gehalten wird.

- Die Schattenseitentabellen werden direkt durch die Paging-Hardware des Prozessors verwendet.

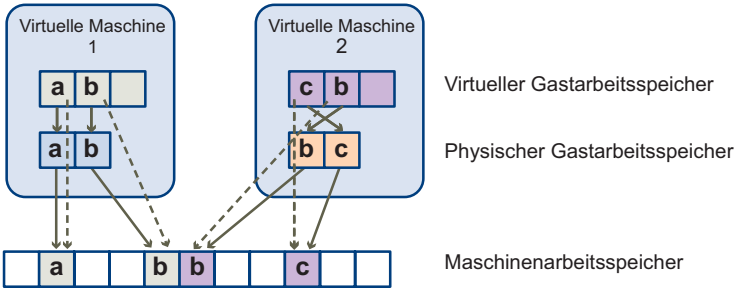
Nach der Einrichtung der Schattenseitentabellen, ermöglicht es dieser Ansatz der Adressübertragung, dass normale Arbeitsspeicherzugriffe innerhalb der virtuellen Maschine ohne zusätzlichen Adressübertragungs-Overhead erfolgen können. Da der TLB (Translation Look-aside Buffer) auf dem Prozessor direkte Caches der V2M-Zuordnungen (Virtual-To-Machine) erstellt, die er aus den Schattenseitentabellen abliest, wird durch den VMM für den Arbeitsspeicherzugriff kein zusätzlicher Overhead hinzugefügt.

Hardwaregestützte Arbeitsspeichervirtualisierung

Einige CPUs, wie AMD SVM-V, ermöglichen durch die Verwendung von zwei Seitentabellenebenen eine Hardwareunterstützung für die Arbeitsspeichervirtualisierung. In der ersten Ebene der Seitentabellen sind die V2P-Übertragungen (Virtual-To-Physical) gespeichert, während in der zweiten Ebene die Speichertabellen die P2M-Übertragungen (Physical-To-Machine) gespeichert werden. Wenn eine bestimmte virtuelle Gastadresse nicht im TLB vorhanden ist, werden von der Hardware beide Seitentabellen berücksichtigt, um virtuelle Gastadressen auf die physischen Hostadressen zu übersetzt.

Das Diagramm in Abbildung 9-1 veranschaulicht die Implementierung der Arbeitsspeichervirtualisierung bei ESX Server.

Abbildung 9-1. Arbeitsspeicherzuordnung bei ESX Server



- Durch die Kästchen werden Seiten dargestellt; die Pfeile veranschaulichen die verschiedenen Arbeitsspeicherzuordnungen.
- Die Pfeile vom virtuellen Arbeitsspeicher des Gasts zum physischen Arbeitsspeicher des Gasts zeigen die durch die Seitentabellen des Gastbetriebssystems gepflegte Zuordnung. (Die Zuordnung vom virtuellen Arbeitsspeicher zum linearen Arbeitsspeicher für Prozessoren mit x86-Architektur ist nicht dargestellt).
- Die Pfeile vom physischen Arbeitsspeicher des Gasts zum Maschinenarbeitsspeicher stellen die durch den VMM gepflegte Zuordnung dar.
- Die gestrichelten Pfeile zeigen die Zuordnung vom virtuellen Arbeitsspeicher des Gasts zum Maschinenarbeitsspeicher in den Schattenseitentabellen, die ebenfalls durch den VMM gepflegt werden. Der zugrunde liegende Prozessor, der die virtuelle Maschine ausführt, verwendet die Zuordnungen in der Schattenseitentabelle.

Aufgrund der mit der Virtualisierung einhergehenden zusätzlichen Ebene der Arbeitsspeicherzuordnung, kann mit ESX Server eine effiziente Arbeitsspeicherverwaltung für alle virtuellen Maschinen umgesetzt werden. Ein Teil des physischen Arbeitsspeichers einer virtuellen Maschine könnte dabei gemeinsam genutzten Seiten, nicht zugeordneten Seiten oder ausgelagerten Seiten zugeordnet werden.

Der ESX Server-Host führt die virtuelle Arbeitsspeicherverwaltung aus, ohne dass das Gastbetriebssystem darüber informiert ist und ohne das eigene Subsystem der Arbeitsspeicherverwaltung im Gastbetriebssystems zu stören.

Auswirkungen auf die Leistung

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen einer softwarebasierten und hardwaregestützten Arbeitsspeichervirtualisierung auf die Leistung beschrieben.

Auswirkungen der softwarebasierten Arbeitsspeichervirtualisierung

Die Verwendung von zwei seitenkoordinierten Seitentabellen hat folgende Auswirkungen auf die Leistung:

- Bei normalen Zugriffen auf den Gastarbeitsspeicher tritt kein Overhead auf.
- Für die Arbeitsspeicherzuordnung innerhalb einer virtuellen Maschine ist zusätzliche Zeit erforderlich, was sich wie folgt auswirken könnte:
  - Das Betriebssystem der virtuellen Maschine richtet Zuordnungen von virtuellen zu physischen Adressen ein oder aktualisiert diese.
  - Das Betriebssystem der virtuellen Maschine wechselt zwischen zwei Adressbereichen (Kontextwechsel).
- Genau wie bei der CPU-Virtualisierung hängt der Overhead der Arbeitsspeichervirtualisierung von der Arbeitslast ab.

Auswirkungen der hardwaregestützten Arbeitsspeichervirtualisierung

Der Overhead für die softwarebasierte Arbeitsspeichervirtualisierung wird durch den Einsatz der Hardwareunterstützung eliminiert. Insbesondere beseitigt die Hardwareunterstützung den Overhead, der für die Synchronisierung der Schattenseitentabellen mit Gastseitentabellen benötigt wird. Die TLB-Fehlerlatenz bei Verwendung der Hardwareunterstützung ist jedoch deutlich höher. Ob eine Arbeitslast die Hardwareunterstützung zum Vorteil nutzen kann oder nicht, hängt demnach vom Overhead ab, der durch die Arbeitsspeichervirtualisierung bei Verwendung einer softwarebasierten Arbeitsspeichervirtualisierung verursacht wird. Wenn eine Arbeitslast einen kleinen Anteil der Seitentabellenaktivität umfasst (wie

Prozesserstellung, Arbeitsspeicherzuordnung oder Kontextwechsel), verursacht die softwarebasierte Virtualisierung keinen erheblichen Overhead. Andererseits ist es wahrscheinlich, dass die Arbeitslasten mit einem großen Anteil an Seitentabellenaktivität durch die Hardwareunterstützung profitieren.

Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead

Bei virtuellen Maschinen in ESX Server sind zwei Arten von Arbeitsspeicher-Overhead möglich:

- Die zusätzliche Zeit für den Arbeitsspeicherzugriff innerhalb einer virtuellen Maschine.
- Der zusätzliche Bereich, der vom ESX Server-Host, über den zugeteilten Arbeitsspeicher der einzelnen virtuellen Maschinen hinausgehend, für seinen eigenen Code und Datenstrukturen benötigt wird.

Die Arbeitsspeichervirtualisierung in ESX Server erzeugt einen geringfügigen zeitlichen Overhead beim Arbeitsspeicherzugriff. Da die Schattenseitentabellen durch die Paging-Hardware des Prozessors direkt verwendet werden, können die meisten Arbeitsspeicherzugriffe innerhalb der virtuellen Maschine ohne Overhead bei der Adressübertragung ausgeführt werden.

Tritt beispielsweise innerhalb der virtuellen Maschine ein Seitenfehler auf, geht die Steuerung auf den VMM über, der dann die Datenstrukturen aktualisieren kann.

Der Arbeitsspeicherbereich-Overhead setzt sich zusammen aus:

- Einem feststehenden, systemweiten Overhead für die Servicekonsole (nur für ESX Server 3) und den VMkernel.
- Einem zusätzlichen Overhead für jede virtuelle Maschine.

Bei ESX Server 3 belegt die Servicekonsole normalerweise einen Arbeitsspeicher von 272 MB und der VMkernel einen kleineren Arbeitsspeicheranteil. Der Anteil ist abhängig von der Anzahl und Größe der verwendeten Gerätetreiber. Weitere Informationen zur Bestimmung des verfügbaren Arbeitsspeichers für einen Host finden Sie in „Anzeigen von Hostressourceninformationen“ auf Seite 14.

Overhead-Arbeitsspeicher besteht aus einem für den Bildspeicher der virtuellen Maschine und verschiedene Virtualisierungsdatenstrukturen reservierten Speicherplatz. Er hängt von der Anzahl an virtuellen CPUs ab, dem für das Gastbetriebssystem konfigurierten Arbeitsspeicher und davon, ob Sie ein 32-Bit- oder ein 64-Bit-Gastbetriebssystem verwenden. Die Overheads für die einzelnen Fälle sind in Tabelle 9-2 aufgeführt.

Tabelle 9-2. Overhead-Arbeitsspeicher bei virtuellen Maschinen

Virtuelle CPUs	Arbeitsspeicher (MB)	Overhead für virtuelle 32-Bit-Maschine (MB)	Overhead für virtuelle 64-Bit-Maschine (MB)
1	256	87,56	107,54
1	512	90,82	110,81
1	1.024	97,35	117,35
1	2.048	110,40	130,42
1	4.096	136,50	156,57
1	8.192	188,69	208,85
1	16.384	293,07	313,42
1	32.768	501,84	522,56
1	65.536	919,37	940,84
2	256	108,73	146,41
2	512	114,49	152,20
2	1.024	126,04	163,79
2	2.048	149,11	186,96
2	4.096	195,27	233,30
2	8.192	287,57	325,98
2	16.384	472,18	511,34
2	32.768	841,40	882,06
2	65.536	1.579,84	1.623,50
4	256	146,75	219,82
4	512	153,52	226,64
4	1.024	167,09	240,30
4	2.048	194,20	267,61
4	4.096	248,45	322,22
4	8.192	356,91	431,44
4	16.384	573,85	649,88
4	32.768	1.007,73	1.086,75
4	65.536	1.875,48	1.960,52

ESX Server bietet außerdem Optimierungen wie z. B. die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung (siehe „Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung durch mehrere virtuelle Maschinen“ auf Seite 172), um den Anteil des auf dem zugrunde liegenden Server verwendeten physischen Arbeitsspeichers zu verringern. Diese Optimierungen können mehr Arbeitsspeicher einsparen, als durch den Overhead verloren gehen.

Arbeitsspeicherzuteilung und Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie Arbeitsspeicher durch einen ESX Server-Host zugeteilt wird und Sie mithilfe des Konfigurationsparameters **Mem.IdleTax** Einfluss darauf nehmen können, wie ein ESX Server-Host Arbeitsspeicher im Leerlauf abruft.

Arbeitsspeicherzuteilung durch ESX Server-Hosts

Der ESX Server-Host teilt den Arbeitsspeicher den einzelnen virtuellen Maschinen gemäß der Festlegung im Parameter **Grenzwert (Limit)** zu, es sei denn, der Arbeitsspeicher ist überbelegt. Der ESX Server-Host teilt einer virtuellen Maschine nie mehr Arbeitsspeicher zu als für ihre physische Arbeitsspeichergröße festgelegt wurde. So kann eine virtuelle Maschine mit 1 GB beispielsweise über den Standardgrenzwert (unbegrenzt) oder einen benutzerdefinierten Grenzwert (z. B. 2 GB) verfügen. In beiden Fällen weist der ESX Server-Host nie mehr als 1 GB zu und folgt damit der festgelegten physischen Arbeitsspeichergröße.

Bei Überbelegung des Arbeitsspeichers wird jeder virtuellen Maschine eine Arbeitsspeichermenge zugeteilt, die zwischen dem festgelegten Wert für die **Reservierung (Reservation)** und dem festgelegten **Grenzwert (Limit)** liegt (siehe „Mehrfachvergabe von Arbeitsspeicher“ auf Seite 47). Die Arbeitsspeichermenge, die einer virtuellen Maschine oberhalb der für sie festgelegten Reservierung zugeteilt wird, ist normalerweise von der aktuellen Arbeitsspeicherlast abhängig.

Der ESX Server-Host bestimmt die Zuteilungen für die einzelnen virtuellen Maschinen basierend auf der Anzahl an ihr zugeteilten Anteile und anhand einer Größenschätzung des aktuellen Working Sets.

- **Anteile** – ESX Server-Hosts verwenden eine geänderte, zum Anteil proportionale Richtlinie für die Arbeitsspeicherreservierung. Arbeitsspeicheranteile berechtigen eine virtuelle Maschine zum Erhalt eines Bruchteils des verfügbaren physischen Arbeitsspeichers. Siehe „Anteile“ auf Seite 22.

- **Working Set-Größe** – ESX Server-Hosts schätzen das Working Set einer virtuellen Maschine, indem sie deren Arbeitsspeicheraktivität während der Ausführungszeit über mehrere aufeinanderfolgende Zeiträume hinweg überwachen. Die Schätzungen werden über mehrere Zeiträume hinweg ausgeglichen, wobei Methoden angewandt werden, die schnell auf den Anstieg und etwas langsamer auf die Verringerung der Working Set-Größe reagieren.

  Durch diesen Ansatz wird sichergestellt, dass eine virtuelle Maschine, deren Arbeitsspeicheranteile im Leerlauf abgerufen werden, schnell auf ihre volle anteilsbasierte Zuweisung aufstocken kann, sobald sie ihren Arbeitsspeicher aktiver verwendet.

  Der Standardüberwachungszeitraum von 60 Sekunden kann durch Anpassen der erweiterten Einstellung **Mem.SamplePeriod** geändert werden. Durch **Mem.SamplePeriod** wird das periodische Zeitintervall innerhalb der Ausführungszeit einer virtuellen Maschine in Sekunden festgelegt, über das die Arbeitsspeicheraktivität zum Schätzen der Working Set-Größe überwacht wird. Siehe „Festlegen erweiterter Hostattribute“ auf Seite 173.

Nutzung von Hostarbeitsspeicher

Über den VI-Client kann die Arbeitsspeichernutzung des Hosts angezeigt werden.

So zeigen Sie Informationen zur Nutzung des physischen Arbeitsspeichers an

1 Wählen Sie im VI-Client einen Host, und klicken Sie auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.

2 Klicken Sie auf **Arbeitsspeicher (Memory)**.

Die folgenden in Tabelle 9-3 beschriebenen Informationen werden angezeigt.

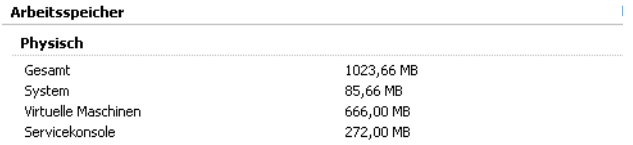


Tabelle 9-3. Arbeitsspeicherinformationen zum Host

Feld	Beschreibung
Gesamt (Total)	Physischer Gesamtarbeitsspeicher für diesen Host.
System	Arbeitsspeicher, der vom ESX Server-System genutzt wird. ESX Server 3.x nutzt mindestens 50 MB des Systemarbeitsspeichers für den VMkernel, plus zusätzlichen Arbeitsspeicher für Gerätetreiber. Der Arbeitsspeicher wird beim Laden von ESX Server zugeteilt und ist nicht konfigurierbar. Der tatsächlich für die Virtualisierungsebene erforderliche Arbeitsspeicher hängt von der Anzahl und dem Typ der PCI-Geräte (Peripheral Component Interconnect) eines Hosts ab. Einige Treiber benötigen 40 MB, d. h. nahezu die doppelte Menge an Arbeitsspeicher des Basissystems. Der ESX Server-Host versucht außerdem, jederzeit eine gewisse Arbeitsspeichermenge zu reservieren, um dynamische Zuteilungsanforderungen effizient handhaben zu können. ESX Server stellt diesen Anteil auf etwa 6 % des zum Ausführen virtueller Maschinen verfügbaren Arbeitsspeichers ein.
Virtuelle Maschinen (Virtual Machines)	Arbeitsspeicher, der von den auf dem ausgewählten Host ausgeführten virtuellen Maschinen genutzt wird. Der Großteil des Hostarbeitsspeichers wird zum Ausführen virtueller Maschinen genutzt. Der ESX Server-Host verwaltet die Zuteilung dieses Arbeitsspeichers für virtuelle Maschinen auf der Grundlage administrativer Parameter und je nach Systemlast.
Servicekonsole (Service Console)	Reservierter Arbeitsspeicher für die Servicekonsole. Klicken Sie auf **Eigenschaften (Properties)**, um die Größe des für die Servicekonsole verfügbaren Arbeitsspeichers zu ändern. Dieses Feld wird ausschließlich in ESX Server 3 angezeigt. ESX Server 3i bietet keine Servicekonsole.

Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher virtueller Maschinen

Wenn eine virtuelle Maschine den ihr derzeit zugeteilten Arbeitsspeicher nicht aktiv nutzt, belastet ESX Server den im Leerlauf befindlichen Arbeitsspeicher mehr als den genutzten. (ESX Server ändert nie die benutzerdefinierte Anteilszuteilung, die Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher hat jedoch eine ähnliche Auswirkung.)

Die Belastung des Arbeitsspeichers verhindert, dass Arbeitsspeicher im Leerlauf durch die virtuellen Maschinen angehäuft wird. Die Standardrate der Belastung beträgt 75 %, d. h. die Kosten für eine im Leerlauf befindliche Seite entsprechend denen für vier aktive Seiten.

Mithilfe der erweiterten Einstellung **Mem.IdleTax** können Sie die Richtlinie für das Abrufen von Arbeitsspeicher im Leerlauf steuern. Diese Option kann zusammen mit

dem erweiterten Attribut **Mem.SamplePeriod** verwendet werden, um zu steuern, wie das System Arbeitsspeicher abruft. Siehe „Festlegen erweiterter Hostattribute“ auf Seite 173.

HINWEIS In den meisten Fällen ist eine Änderung auf **Mem.IdleTax** weder notwendig noch angebracht.

Arbeitsspeicherabruf durch ESX Server-Hosts

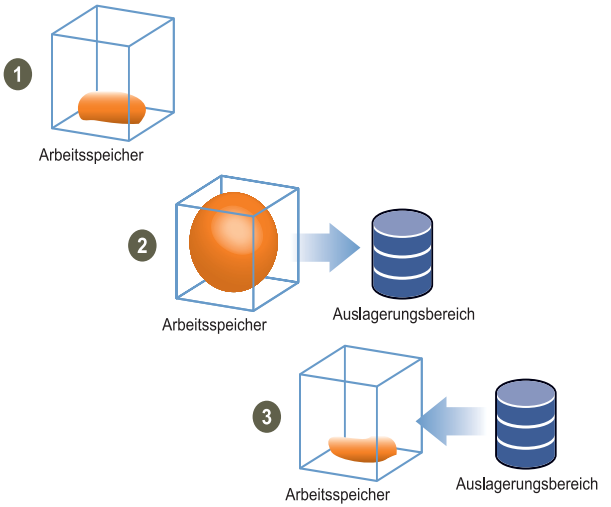
Dieser Abschnitt bietet Hintergrundinformationen zum Abrufen von Arbeitsspeicher virtueller Maschinen durch ESX Server-Hosts. Die Hosts wenden zwei verschiedene Verfahren an, um die Größe des zugeteilten Arbeitsspeichers für virtuelle Maschinen dynamisch zu erweitern oder zu reduzieren:

- ESX Server-Systeme verwenden einen Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber (`vmmemctl`), der im Gastbetriebssystem einer virtuellen Maschine geladen ist. Siehe “Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber(vmmemctl).”
- ESX Server-Systeme wechseln ohne Einbindung des Gastbetriebssystems von einer virtuellen Maschine zu einer Serverauslagerungsdatei. Jede virtuelle Maschine verfügt über eine eigene Auslagerungsdatei. Siehe „Auslagerung“ auf Seite 169.

Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber(vmmemctl)

Durch die Zusammenarbeit des Treibers `vmmemctl` mit dem Server lassen sich Seiten abrufen, die vom Gastbetriebssystem als am wenigsten wichtig eingestuft wurden. Der Treiber verwendet ein eigenes Balloon-Verfahren für die Vorhersage von Leistung, das dem Verhalten eines ursprünglichen Systems unter vergleichbaren Arbeitsspeichereinschränkungen weitestgehend entspricht. Dieses Verfahren ermöglicht das Erhöhen bzw. Verringern des Arbeitsspeicherdrucks auf dem Gastbetriebssystem, wodurch der Gast seine eigenen ursprünglichen Arbeitsspeicher-Verwaltungsalgorithmen aufruft. Wenn der Arbeitsspeicher knapp ist, wird durch das Gastbetriebssystem festgelegt, welche Seiten abgerufen werden sollen, und die Seiten werden ggf. auf der eigenen virtuellen Festplatte ausgelagert. Siehe Abbildung 9-2.

Abbildung 9-2. Arbeitsspeicher-Ballooning im Gastbetriebssystem



HINWEIS Dem Gastbetriebssystem muss bei der Konfiguration ausreichender Auslagerungsspeicherplatz zugeteilt werden. Einige Gastbetriebssysteme weisen zusätzliche Einschränkungen auf. Siehe „Auslagerungsbereich und Gastbetriebssysteme“ auf Seite 168.

Falls erforderlich, kann der durch `vmmemctl` abgerufene Arbeitsspeicher mithilfe des Parameters **sched.mem.maxmemctl** für eine spezifische virtuelle Maschine begrenzt werden. Über diese Option wird die maximale Arbeitsspeichermenge in Megabyte (MB) festgelegt, die von einer virtuellen Maschine abgerufen werden kann. Siehe „Festlegen erweiterter Attribute für virtuelle Maschinen“ auf Seite 178.

Auslagerungsbereich und Gastbetriebssysteme

Wenn der Arbeitsspeicher mit ESX Server überbelegt werden soll, muss sichergestellt sein, dass die Gastbetriebssysteme über einen ausreichenden Auslagerungsbereich verfügen. Dieser Auslagerungsbereich muss größer oder gleich dem Unterschied zwischen der konfigurierten Arbeitsspeichergröße und der **Reservierung** der virtuellen Maschine sein.

VORSICHT Eine Überbelegung des Arbeitsspeichers und eine Konfiguration des Gastbetriebssystems mit einem unzureichenden Auslagerungsbereich kann zum Ausfall des Gastbetriebssystems innerhalb der virtuellen Maschine führen.

Vergrößern Sie den Auslagerungsbereich der virtuellen Maschinen, um deren Ausfall zu verhindern:

- **Windows-Gastbetriebssysteme** – Bei Windows-Betriebssystemen erfolgt die Auslagerung in sogenannte Auslagerungsdateien. Einige Windows-Betriebssysteme versuchen automatisch die Größe der Auslagerungsdateien zu erhöhen, sofern genügend freier Speicherplatz zur Verfügung steht.

  Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation von Microsoft Windows oder in den Windows-Hilfedateien zum Thema „Auslagerungsdateien“. Folgen Sie den Anweisungen, um die Größe der Auslagerungsdatei für den virtuellen Arbeitsspeicher zu ändern.

- **Linux-Gastbetriebssystem** – Bei Linux-Betriebssystemen erfolgt die Auslagerung in sogenannte Swap-Dateien. Weitere Informationen zum Vergrößern von Swap-Dateien finden Sie in den folgenden Manpages von Linux:

  - `mkswap` – Richtet einen Linux-Auslagerungsbereich ein.
  - `swapon` – Ermöglicht das Auslagern von Geräten und Dateien.

Gastbetriebssysteme mit einem großen Arbeitsspeicher und kleinen virtuellen Festplatten (beispielsweise eine virtuelle Maschine mit einem Arbeitsspeicher von 8 GB und einer virtuellen Festplattem von 2 GB) verfügen eher über einen zu geringen Auslagerungsbereich.

Auslagerung

Sobald eine virtuelle Maschine eingeschaltet ist, wird durch den ESX Server-Host eine Auslagerungsdatei erstellt. Wenn diese Datei nicht erstellt werden kann, lässt sich die virtuelle Maschine nicht einschalten. Die Auslagerungsdatei wird standardmäßig im selben Verzeichnis wie die Konfigurationsdatei der virtuellen Maschine erstellt. Statt diese Standardeinstellung zu übernehmen, haben Sie auch folgende Möglichkeiten:

- Verwenden Sie die Konfigurationsoptionen der einzelnen virtuellen Maschinen, um den Datenspeicher in einen anderen gemeinsam genutzten Speicherort zu ändern. Siehe „Festlegen erweiterter Attribute für virtuelle Maschinen“ auf Seite 178 und Tabelle 9-7.

- Verwenden Sie die lokale Auslagerung auf dem Host, um einen lokal auf dem Host befindlichen Datenspeicher anzugeben. Auf diese Weise können Sie Dateien auf Hostebene auslagern und so Speicherplatz im SAN sparen. Dieses Verfahren kann jedoch zu einem geringen Leistungsabfall für VMotion führen.

So aktivieren Sie die lokale Auslagerung für einen Host in einem Cluster

1 Klicken Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients mit der rechten Maustaste auf den Cluster und anschließend auf **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie im linken Bereich des angezeigten Dialogfeld für die Clustereinstellungen auf **Speicherort der Auslagerungsdatei (Swapfile Location)**.

3 Aktivieren Sie die Option **Speichern Sie die Auslagerungsdatei in dem Datenspeicher, der durch den Host angegeben wird (Store the swapfile in the datastore specified by the host)**, und klicken Sie auf **OK**.

4 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients einen Host des Clusters, und klicken Sie auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.

5 Wählen Sie **Speicherort der VM-Auslagerungsdatei (Virtual Machine Swapfile Location)**.

6 Klicken Sie auf die Registerkarte **Datenspeicher der Auslagerungsdatei (Swapfile Datastore)**, wählen Sie in der Liste den lokalen Datenspeicher, und klicken Sie auf **OK**.

7 Wiederholen Sie Schritt 4 bis Schritt 6 für jeden Host im Cluster.

So aktivieren Sie die lokale Auslagerung für eigenständigen Host

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster den Host, und klicken Sie auf die Registerkarte **Konfiguration (Configuration)**.

2 Wählen Sie **Speicherort der VM-Auslagerungsdatei (Virtual Machine Swapfile Location)**.

3 Aktivieren Sie im Dialogfeld **Speicherort der VM-Auslagerungsdatei (Virtual Machine Swapfile Location)** auf die Registerkarte **Speicherort der Auslagerungsdatei (Swapfile Location)** die Option **Im Datenspeicher der Auslagerungsdatei für den Host speichern (Store the swapfile in the swapfile datastore)**.

4 Klicken Sie auf die Registerkarte **Datenspeicher der Auslagerungsdatei (Swapfile Datastore)**, wählen Sie in der Liste den lokalen Datenspeicher, und klicken Sie auf **OK**.

ESX Server-Hosts verwenden Auslagerungsdateien, um Arbeitsspeicher von einer virtuellen Maschine zu erzwingen, wenn aus folgenden Gründen kein `vmmemctl`-Treiber verfügbar ist:

- Der Treiber wurde nie installiert,
- wurde explizit deaktiviert,
- wird nicht ausgeführt (beispielsweise während des Startvorgangs des Gastbetriebssystems),
- ist vorübergehend nicht in der Lage, erforderlichen Arbeitsspeicher schnell genug abzurufen, um die aktuellen Systemanforderungen zu erfüllen,
- funktioniert ordnungsgemäß, die maximale Balloon-Größe wurde aber erreicht.

Durch das standardmäßige Abrufauslagerungsverfahren werden die Seiten wieder eingelagert, sobald die virtuelle Maschine sie benötigt.

HINWEIS In Hinblick auf eine optimale Leistung, verwenden ESX Server-Hosts möglicht immer den Balloon-Ansatz (der durch den **vmmemctl**-Treiber implementiert wird). Auslagerung ist ein zuverlässiger Mechanismus und wird vom Host nur dann als letzte Maßnahme angewandt, wenn dies zum Abrufen von Arbeitsspeicher unumgänglich ist.

Auslagerungsbereich und Arbeitsspeicherüberbelegung

Ein Auslagerungsbereich auf der Festplatte muss nicht für jeden nicht reservierten Arbeitsspeicher einer virtuellen Maschine reserviert werden, der dem Unterschied zwischen der Reservierung und der konfigurierten Arbeitsspeichergröße entspricht. Diese Auslagerungsreservierung ist erforderlich, um sicherzustellen, dass das System den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine unter allen Umständen beibehält. In der Praxis wird vermutlich nur ein geringer Bruchteil des Auslagerungsbereichs tatsächlich genutzt.

Gleichermaßen gilt, dass Arbeitsspeicherreservierungen zwar für die Zugangssteuerung verwendet werden, die tatsächliche Arbeitsspeicherzuteilung sich jedoch dynamisch ändert und nicht genutzte Reservierungen nicht verschwendet werden.

Auslagerungsdateien und ESX Server-Ausfall

Beim Ausfall eines ESX Server-Systems, auf dem virtuelle Maschinen ausgeführt wurden, die Auslagerungsdateien verwendet haben, bestehen diese

Auslagerungsdateien weiterhin und belegen auch nach einem Neustart des ESX Server-Systems Speicherplatz.

So löschen Sie Auslagerungsdateien

1 Starten Sie die virtuelle Maschine neu.

2 Halten Sie die virtuelle Maschine explizit an.

HINWEIS Die Auslagerungsdateien können auf der Festplatte mehrere Gigabyte belegen. Stellen Sie daher sicher, dass Sie sie ordnungsgemäß löschen.

Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung durch mehrere virtuelle Maschinen

Bei vielen ESX Server-Arbeitslasten bietet sich die gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher durch alle virtuellen Maschinen an. So können beispielsweise mehrere virtuelle Maschinen Instanzen desselben Gastbetriebssystems ausführen, gleiche Anwendungen oder Komponenten laden oder gemeinsame Daten enthalten. In einem solchen Fall wendet der ESX Server-Host ein eigenes transparentes Verfahren für die gemeinsame Nutzung von Seiten an, um redundante Kopien von Arbeitsspeicherseiten sicher zu eliminieren. Durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung ist der Arbeitsspeicherverbrauch durch die Arbeitslast einer virtuellen Maschine oftmals geringer als bei der Ausführung auf einer physischen Maschine. Folglich kann eine höhere Überbelegung effizient unterstützt werden.

Mithilfe der erweiterten Einstellungen **Mem.ShareScanTime** und **Mem.ShareScanGHz** kann festgelegt werden, wie oft das System den Arbeitsspeicher überprüft, um Gelegenheiten für eine gemeinsame Arbeitsspeichernutzung zu identifizieren.

Die gemeinsame Nutzung kann auch für einzelne virtuelle Maschinen deaktiviert werden, indem die Option **sched.mem.pshare.enable** auf **FALSE** gesetzt wird (standardmäßig lautet diese Option auf **TRUE**). Siehe „Festlegen erweiterter Attribute für virtuelle Maschinen“ auf Seite 178.

In ESX Server wird die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung im Hintergrund ausgeführt, wobei Möglichkeiten für eine zeitweise gemeinsame Arbeitsspeichernutzung ermittelt werden. Die Menge des gesparten Arbeitsspeichers variiert im Laufe der Zeit. Bei einer relativ konstanten Arbeitslast steigt die Menge im Allgemeinen langsam, bis alle Möglichkeiten der gemeinsamen Nutzung ausgeschöpft sind.

Wenn Sie die Wirksamkeit der gemeinsamen Arbeitsspeichernutzung für eine gegebene Arbeitslast bestimmen möchten, führen Sie die Arbeitslast aus und zeigen Sie die tatsächlichen Einsparungen mithilfe des Dienstprogramms `resxtop` oder `esxtop` an. Sie finden diese Informationen auf der Arbeitsspeicherseite im Feld `PSHARE` des interaktiven Modus. Siehe „Verwenden der Dienstprogramme im interaktiven Modus“ auf Seite 205.

Erweiterte Attribute und ihre Funktionen

In diesem Abschnitt werden die erweiterten Attribute aufgeführt, die für die benutzerdefinierte Anpassung der Arbeitsspeicherverwaltung zur Verfügung stehen.

VORSICHT Die Verwendung dieser erweiterten Attribute ist nur unter besonderen Umständen angebracht. In den meisten Fällen führt das Ändern der Grundeinstellungen (**Reservierung (Reservation)**, **Grenzewert (Limit)**, **Anteile (Shares)**) oder Verwenden der Standardeinstellungen zu einer geeigneten Zuteilung.

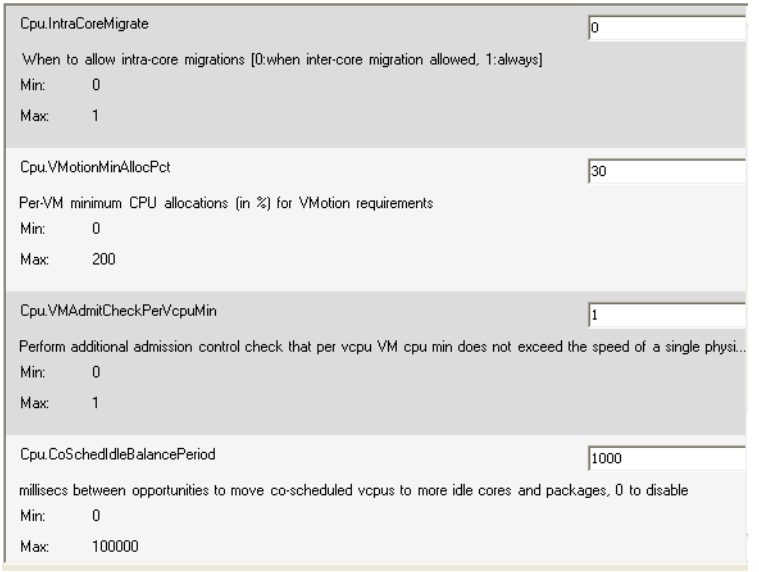
Festlegen erweiterter Hostattribute

In diesem Abschnitt werden die Schritte zum Festlegen der erweiterten Hostattribute erläutert. Anschließend werden einige Attribute aufgeführt, die Sie möglicherweise unter bestimmten Umständen festlegen möchten.

So legen Sie erweiterte Hostattribute fest

1. Wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients die anzupassende virtuelle Maschine.
2. Klicken Sie im Befehlsfenster auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)** und anschließend auf die Registerkarte **Optionen (Options)**.
3. Wählen Sie die Option **Erweitert (Advanced)**, und klicken Sie auf die Schaltfläche **Konfigurationsparameter (Configuration Parameters)**.
4. Klicken Sie auf **Erweiterte Einstellungen (Advanced Settings)**.
5. Wählen Sie im angezeigten Dialogfeld **Erweiterte Einstellungen (Advanced Settings)** das gewünschte Element aus (z. B. **CPU** oder **Arbeitsspeicher**

(Memory)), und blättern Sie anschließend im rechten Fenster, um ein Attribut zu suchen und zu ändern.


Cpu.IntraCoreMigrate
0
When to allow intra-core migrations [0:when inter-core migration allowed, 1:always]
Min: 0
Max: 1
Cpu.VMotionMinAllocPct
30
Per-VM minimum CPU allocations (in %) for VMotion requirements
Min: 0
Max: 200
Cpu.VMAdmitCheckPerVcpuMin
1
Perform additional admission control check that per vcpu VM cpu min does not exceed the speed of a single physi...
Min: 0
Max: 1
Cpu.CoSchedIdleBalancePeriod
1000
millisecs between opportunities to move co-scheduled vcpus to more idle cores and packages, 0 to disable
Min: 0
Max: 100000

In Tabelle 9-5, Tabelle 9-6 und Tabelle 9-7 werden die in diesem Dokument beschriebenen erweiterten Attribute für die Ressourcenverwaltung aufgeführt.

VORSICHT Das Einstellen dieser Attribute wird nur fortgeschrittenen Benutzern mit Erfahrung bei der Verwendung von ESX Server-Hosts empfohlen. In den meisten Fällen werden mit den Standardeinstellungen bereits beste Ergebnisse erzielt.

Tabelle 9-4. Erweiterte CPU-Attribute

Attribut	Beschreibung
CPU.MachineClearThreshold	Wenn Sie einen für Hyper-Threading aktivierten Host verwenden und dieses Attribut auf **0** setzen, wird die Quarantänefunktion deaktiviert. Siehe „Unter Quarantäne stellen“ auf Seite 158.

Tabelle 9-5. Erweiterte Arbeitsspeicherattribute

Attribut	Beschreibung	Standard
Mem.CtlMaxPercent	Begrenzt die maximale Größe des über `vmmemctl` von einer beliebigen virtuellen Maschine abrufbaren Arbeitsspeichers auf Basis eines Prozentsatzes der jeweiligen konfigurierten Arbeitsspeichergröße. Das Festlegen von **0** bewirkt die Deaktivierung des Abrufs über `vmmemctl` für alle virtuellen Maschinen.	65
Mem.ShareScanTime	Legt den Zeitraum in Minuten fest, in dem eine gesamte virtuelle Maschine auf Gelegenheiten für die gemeinsame Seitennutzung geprüft werden muss. Die Standardeinstellung sind 60 Minuten.	60
Mem.ShareScanGHz	Legt die Höchstmenge an Arbeitsspeicherseiten fest, die (pro Sekunde) auf Gelegenheiten zur gemeinsamen Arbeitsspeichernutzung für jedes GHz der verfügbaren CPU-Ressource des Hosts geprüft wird. Der Standardwert ist 4 MB/s pro 1 GHz.	4
Mem.IdleTax	Legt die Rate der Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher als Prozentsatz fest. Durch diese Belastung werden die virtuellen Maschinen auf wirksame Weise höher für Arbeitsspeicher im Leerlauf als für aktiv genutzten Arbeitsspeicher belastet. Eine Belastungrate von 0 Prozent definiert eine Zuteilungsrichtlinie, die Working Sets ignoriert und Arbeitsspeicher strikt nach Anteilen zuteilt. Über die Zuteilungsrichtlinie bei einer hohen Belastungsrate lässt sich Arbeitsspeicher im Leerlauf, der unproduktiverweise durch virtuelle Maschinen angesammelt wird, an anderer Stelle neu zuteilen.	75
Mem.SamplePeriod	Legt das periodische Zeitintervall innerhalb der Ausführungszeit einer virtuellen Maschine in Sekunden fest, über das die Arbeitsspeicheraktivität zum Schätzen der Working Set-Größe überwacht wird.	60

Tabelle 9-5. Erweiterte Arbeitsspeicherattribute (Fortsetzung)

Attribut	Beschreibung	Standard
Mem.BalancePeriod	Legt das periodische Zeitintervall für automatische Neuzuteilungen von Arbeitsspeicher in Sekunden fest. Neuzuteilungen können auch durch signifikante Größenänderungen des freien Arbeitsspeichers ausgelöst werden.	15
Mem.AllocGuestLargePage	Setzen Sie diese Option auf **1**, damit große Seiten des Gasts durch große Seiten des Hosts gesichert werden. Reduziert TLB-Fehler und verbessert die Leistung von Serverarbeitslasten, die auf große Seiten des Gasts zugreifen.	1
Mem.AllocUsePSharePool und Mem.AllocUseGuestPool	Setzen Sie diese Optionen auf **1**, um die Arbeitsspeicherfragmentierung zu verringern. Durch einen fragmentierten Hostarbeitsppeicher wird die Verfügbarkeit von großen Seiten des Hosts verringert. Die Wahrscheinlichkeit, dass große Seiten des Gasts durch große Seiten des Hosts gesichert werden, wird auf durch diese Optionen erhöht.	1

Tabelle 9-6. Erweiterte NUMA-Attribute

Attribut	Beschreibung	Standard
Numa.RebalanceEnable	Diese Option wird auf **0** gesetzt, um die gesamte NUMA-Neuverteilung und die anfängliche Platzierung virtueller Maschinen zu deaktivieren und den NUMA-Scheduler wirksam außer Kraft zu setzen.	1
Numa.PageMigEnable	Wenn diese Option auf **0** gesetzt wird, werden Seiten zwischen Knoten vom System nicht automatisch migriert, um so die Arbeitsspeicherbelegung zu verbessern. Manuell festgelegte Seitenmigrationsraten sind weiterhin gültig.	1
Numa.AutoMemAffinity	Wenn diese Option auf **0** gesetzt wird, wird die Arbeitsspeicheraffinität vom System nicht automatisch für virtuelle Maschinen mit angegebener CPU-Affinität festgelegt.	1

Tabelle 9-6. Erweiterte NUMA-Attribute (Fortsetzung)

Attribut	Beschreibung	Standard
Numa.MigImbalance-Threshold	Der NUMA-Scheduler errechnet das CPU-Ungleichgewicht zwischen den Knoten und berücksichtigt dabei die Differenz zwischen der CPU-Zeitberechtigung einer virtuellen Maschine und dem tatsächlichen Verbrauch. Durch diese Option wird das minimale Lastungleichgewicht zwischen Knoten in Prozent festgelegt, das zum Auslösen der Migration einer virtuellen Maschine erforderlich ist.	10
Numa.RebalancePeriod	Steuert die Häufigkeit der Neuverteilungsperioden in Millisekunden. Eine häufigere Neuverteilung kann zu erhöhten CPU-Overheads führen, insbesondere bei Maschinen mit einer großen Anzahl an gerade ausgeführten virtuellen Maschinen. Darüber hinaus kann das Gleichgewicht durch eine häufigere Neuverteilung verbessert werden.	2000
Numa.Rebalance-CoresTotal	Legt die Mindestanzahl an insgesamt auf einem Host vorhandenen Prozessorkerne fest, die zur Aktivierung des NUMA-Schedulers erforderlich ist.	4
Numa.Rebalance-CoresNode	Legt die Mindestanzahl an Prozessorkernen pro Knoten fest, die zur Aktivierung des NUMA-Schedulers erforderlich ist. Diese Option sowie **Numa.RebalanceCoresTotal** sind dann nützlich, wenn die NUMA-Neuverteilungsfunktion bei kleineren NUMA-Konfigurationen deaktiviert werden soll (beispielsweise bei 2-Wege-Opteron-Hosts), weil deren geringe Anzahl an Prozessoren insgesamt bzw. an Prozessoren pro Knoten eine gleichmäßige Planung bei aktivierter NUMA-Neuverteilungsfunktion stört.	2

Weitere Informationen finden Sie unter Kapitel 10, „Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX Server“, auf Seite 181.

Festlegen erweiterter Attribute für virtuelle Maschinen

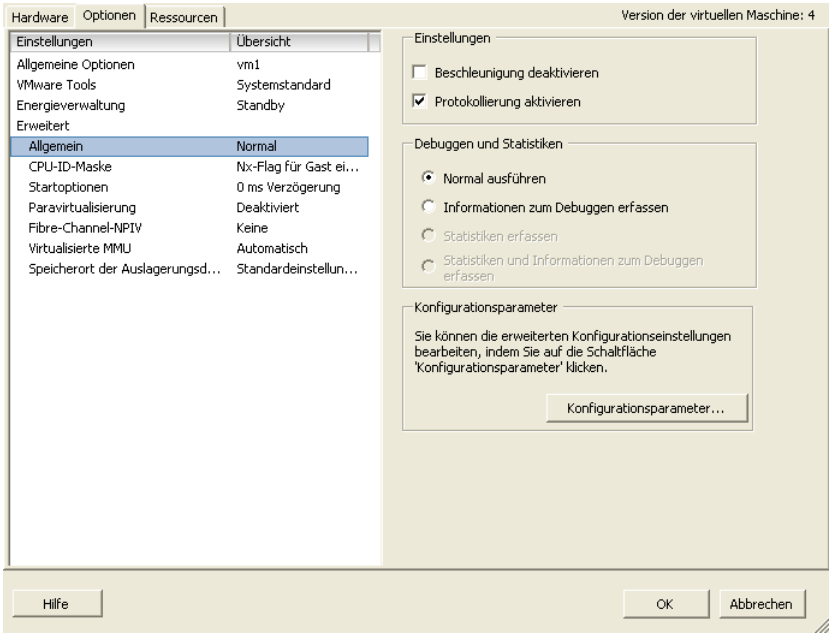
In diesem Abschnitt finden Sie Anweisungen zum Festlegen der erweiterten Attribute für eine virtuelle Maschine sowie eine Liste der Attribute, die Sie möglicherweise festlegen möchten.

So legen Sie erweiterte Attribute für eine virtuelle Maschine fest

1 Klicken Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients mit der rechten Maustaste auf eine virtuelle Maschine, und wählen Sie aus dem Menü die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie auf **Optionen (Options)** und anschließend auf **Erweitert (Advanced) > Allgemein (General)**.

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Konfigurationsparameter (Configuration Parameters)**.



4 Klicken Sie im angezeigten Dialogfeld auf **Zeile hinzufügen (Add Row)**, um einen neuen Parameter und den zugehörigen Wert einzugeben.

Folgende erweiterte Attribute können für virtuelle Maschinen festgelegt werden.

Tabelle 9-7. Erweiterte Attribute für virtuelle Maschinen

Attribut	Beschreibung
sched.mem.maxmemctl	Höchstgröße des Arbeitsspeichers in Megabyte (MB), der von der ausgewählten virtuellen Maschine über das Balloon-Verfahren abgerufen werden kann. Wenn der ESX Server-Host zusätzlichen Arbeitsspeicher abrufen muss, wird eine Auslagerung erzwungen. Eine Auslagerung ist weniger wünschenswert als die Anwendung des Balloon-Verfahrens.
sched.mem.pshare.enable	Aktiviert die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung für eine ausgewählte virtuelle Maschine. Dieser boolesche Wert ist standardmäßig auf **True** gesetzt. Wird er für eine virtuelle Maschine auf **False** gesetzt, wird die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung deaktiviert.
sched.swap.persist	Legt fest, ob die Auslagerungsdateien einer virtuellen Maschine beim Ausschalten beibehalten oder gelöscht werden sollen. Das System erstellt beim Einschalten der virtuellen Maschine standardmäßig eine Auslagerungsdatei und löscht diese beim Ausschalten.
sched.swap.dir	VMFS-Verzeichnis, in dem sich die Auslagerungsdatei der virtuellen Maschine befindet. Standardmäßig ist dies das Arbeitsverzeichnis der virtuellen Maschine, also das VMFS-Verzeichnis, in dem die Konfigurationsdatei der virtuellen Maschine enthalten ist.
sched.swap.file	Dateiname für die Auslagerungsdatei der virtuellen Maschine. Das System generiert beim Erstellen der Auslagerungsdatei standardmäßig einen eindeutigen Namen.

VORSICHT Stellen Sie beim Bearbeiten des Attributs `sched.swap.dir` für eine virtuelle Maschine in einem DRS-Cluster sicher, dass jeder Host im Cluster auf das von Ihnen festgelegte Verzeichnis mit der Auslagerungsdatei zugreifen kann, da Sie ansonsten die DRS-Funktion für diese virtuelle Maschine deaktivieren müssen.

Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX Server

10

ESX Server unterstützt die Optimierung des Arbeitsspeicherzugriffs für Intel- und AMD Opteron-Prozessoren in Serverarchitekturen mit NUMA-Unterstützung (Non Uniform Memory Access). Dieses Kapitel enthält Hintergrundinformationen zu NUMA-Technologien. Darüber hinaus werden mit ESX Server verfügbare Optimierungen beschrieben.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Einführung in die NUMA-Technologie“ auf Seite 182
- „NUMA-Planung mit ESX Server“ auf Seite 183
- „VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen“ auf Seite 184
- „Manuelle NUMA-Steuerelemente“ auf Seite 187
- „Übersicht über die IBM Enterprise X-Architektur“ auf Seite 188
- „Übersicht über AMD Opteron-basierte Systeme“ auf Seite 189
- „Abrufen von NUMA-Konfigurationsinformationen und -Statisiken“ auf Seite 190
- „CPU-Affinität für das Verknüpfen virtueller Maschinen mit einem einzigen NUMA-Knoten“ auf Seite 190
- „Arbeitsspeicheraffinität für das Verknüpfen von Arbeitsspeicherzuweisungen mit einem NUMA-Knoten“ auf Seite 191

Einführung in die NUMA-Technologie

NUMA-Systeme sind erweiterte Serverplattformen mit mehr als einem Systembus. Sie können eine große Anzahl an Prozessoren in einem einzigen System-Image nutzen und bieten dabei ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis. Zu den Systemen, die eine NUMA-Plattform für die Unterstützung von Betriebssystemen gemäß Industriestandard bieten, gehören die auf CPUs von AMD oder der IBM Enterprise X-Architecture basierende Systeme.

Was ist NUMA?

Innerhalb der letzten zehn Jahre ist die Prozessortaktfrequenz deutlich angestiegen. Eine CPU mit mehreren Gigahertz muss jedoch mit einer sehr umfangreichen Arbeitsspeicherbandbreite ausgestattet sein, um seine Prozessorleistung effektiv nutzen zu können. Selbst eine einzelne CPU, die eine arbeitsspeicherintensive Arbeitslast ausführt (z. B. eine wissenschaftliche Rechenanwendung), kann durch die Arbeitsspeicherbandbreite eingeschränkt werden.

Dieses Problem tritt bei symmetrischen Multiprozessorsystemen (SMP) verstärkt auf, da zahlreiche Prozessoren auf demselben Systembus um die verfügbare Bandbreite konkurrieren müssen. Einige High-End-Systeme versuchen häufig dieses Problem durch das Erstellen eines Hochgeschwindigkeits-Datenbusses zu lösen. Eine solche Lösung ist jedoch kostspielig und bietet nur eine begrenzte Skalierbarkeit.

NUMA ist ein alternativer Ansatz, der kleine kostengünstige Knoten über eine Hochleistungsverbindung verknüpft. In jedem Knoten sind sowohl Prozessoren als auch Arbeitsspeicher enthalten, ähnlich wie in einem kleinen SMP-System. Mithilfe eines erweiterten Arbeitsspeicher-Controllers kann ein Knoten jedoch den Arbeitsspeicher aller anderen Knoten nutzen und ein einziges System-Image erstellen. Greift ein Prozessor auf Arbeitsspeicher zu, der sich nicht innerhalb seines eigenen Knoten befindet (Remotearbeitsspeicher), müssen die Daten über die NUMA-Verbindung übertragen werden. Dieser Vorgang ist langsamer als der Zugriff auf lokalen Arbeitsspeicher. Abhängig davon, wo sich der Arbeitsspeicher befindet, sind die Arbeitsspeicherzugriffszeiten nicht einheitlich, wie der Name der Technologie bereits sagt.

NUMA-Herausforderungen für Betriebssysteme

Da eine NUMA-Architektur ein einziges System-Image liefert, kann sie ein Betriebssystem oft ohne besondere Optimierungen ausführen. So wird beispielsweise Windows 2000 vollständig auf dem IBM x440 unterstützt, obwohl das Betriebssystem nicht für die Verwendung mit NUMA konzipiert wurde.

Bei der Verwendung eines solchen Betriebssystems auf einer NUMA-Plattform gibt es jedoch zahlreiche Nachteile. Die hohe Latenz von Remotespeicherzugriffen kann dazu führen, dass die Auslastung der Prozessoren zu niedrig ist und diese konstant auf Daten warten, die auf den lokalen Knoten übertragen werden sollen. Die NUMA-Verbindung kann zu einem Engpass für Anwendungen mit einem hohen Bedarf an Arbeitsspeicherbandbreite werden.

Außerdem kann die Leistung solcher Systeme in hohem Maße variieren. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn sich der Arbeitsspeicher einer Anwendung lokal auf einer Benchmark-Ausführung befindet und bei einer nachfolgende Ausführung der gesamte Arbeitsspeicher auf einem Remoteknoten platziert wird. Dieses Phänomen kann die Kapazitätsplanung erschweren. Schließlich kann es sein, dass die Taktfrequenzen der Prozessoren zwischen mehreren Knoten nicht synchronisiert sind und das das Verhalten der Anwendungen, die den Takt direkt ablesen, deshalb möglicherweise fehlerhaft ist.

Einige High-End-UNIX-Systeme unterstützen NUMA-Optimierungen in ihren Kompilierprogrammen und Programmbibliotheken. Aufgrund dieser Unterstützung müssen Softwareentwickler ihre Programme für eine optimale Leistung abstimmen und neu kompilieren. Die Optimierungen für ein bestimmtes System funktionieren nicht unbedingt auch in Verbindung mit der nächsten Generation dieses Systems. Andere Systeme sehen vor, dass ein Administrator explizit entscheidet, auf welchem Knoten eine bestimmte Anwendung ausgeführt werden soll. Während dieser Ansatz für bestimmte Anwendungen durchaus annehmbar ist, die einen 100 % lokalen Arbeitsspeicher erfordern, kann er bei variablen Arbeitslasten zu einer administrativen Herausforderung werden und zu einem Ungleichgewicht zwischen einzelnen Knoten führen.

Im Idealfall bietet die Systemsoftware eine transparente NUMA-Unterstützung, damit die Anwendungen unmittelbar und ohne Änderungen davon profitieren können. Das System sollte die Verwendung des lokalen Arbeitsspeichers maximieren und die Programme intelligent planen, ohne dass hierfür ein permanenter Eingriff durch den Administrator erforderlich ist. Schließlich muss das System problemlos auf geänderte Bedingungen ohne Beeinträchtigungen von Gleichgewicht oder Leistung reagieren.

NUMA-Planung mit ESX Server

ESX Server verwendet einen ausgereiften NUMA-Scheduler, um die Prozessorlast und Belegung des Arbeitsspeichers bzw. den Prozessorlastenausgleich folgendermaßen dynamisch auszugleichen:

1 Jeder virtuellen Maschine, die durch den NUMA-Scheduler verwaltet wird, wird ein Stammknoten zugewiesen – also einer der NUMA-Knoten des Systems auf dem sowohl Prozessoren als auch Arbeitsspeicher enthalten sind, so wie dies aus

der Tabelle für die Systemressourcenzuteilung (System Resource Allocation Table, SRAT) hervorgeht.

2 Bei der Zuteilung von Arbeitsspeicher zu virtuellen Maschine weist der ESX Server-Host diesen vorzugsweise aus dem Stammknoten zu.

3 Der NUMA-Scheduler kann den Stammknoten einer virtuellen Maschine dynamisch ändern, um auf Änderungen in der Systemlast zu reagieren. Der Scheduler kann eine virtuelle Maschine auch auf einen neuen Stammknoten migrieren, um ein Ungleichgewicht der Prozessorlast zu verringern. Weil hierzu möglicherweise auf einen größeren Anteil an Remotearbeitsspeicher für die virtuelle Maschine zugegriffen wird, kann der Scheduler den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine dynamisch auf ihren neuen Stammknoten migrieren, um so die Arbeitsspeicherbelegung zu verbessern. Darüber hinaus lassen sich virtuelle Maschinen mit dem NUMA-Scheduler zwischen den einzelnen Knoten auslagern, wenn dadurch die Arbeitsspeicherbelegung insgesamt verbessert wird.

Einige virtuelle Maschinen werden nicht durch den NUMA-Scheduler von ESX Server verwaltet. Wenn Sie beispielsweise die Prozessoraffinität für eine virtuelle Maschine manuell festlegen, kann diese virtuelle Maschine möglicherweise nicht durch den NUMA-Scheduler verwaltet werden. Virtuelle Maschinen, deren Anzahl an virtuellen Prozessoren höher ist als die Anzahl an auf einem einzelnen Hardwareknoten verfügbaren physischen Prozessorkernen, können nicht automatisch verwaltet werden. Virtuelle Maschinen, die nicht über den NUMA-Scheduler verwaltet werden, können dennoch ordnungsgemäß ausgeführt werden. Sie profitieren jedoch nicht von den NUMA-Optimierungen von ESX Server.

Durch die NUMA-Planung und Platzierungsrichtlinien für Arbeitsspeicher innerhalb von VMware ESX Server können alle virtuellen Maschinen transparent verwaltet werden, sodass sich der Administrator nicht mit dem komplexen Verfahren zum expliziten Ausgleichen virtueller Maschinen zwischen den Knoten auseinandersetzen muss.

Die Optimierungen funktionieren nahtlos und unabhängig vom Gastbetriebssystemtyp. ESX Server bietet selbst für virtuelle Maschinen NUMA-Unterstützung, die keine NUMA-Hardware unterstützen (z. B. Windows NT 4.0). Daher können Sie auch die Vorteile neuer Hardware mit Legacy-Betriebssystemen nutzen.

VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen

In diesem Abschnitt werden die von VMware ESX Server verwendeten Algorithmen beschrieben, die zur Leistungssteigerung von Anwendungen unter Einhaltung der Ressourcengarantien eingesetzt werden.

Stammknoten und anfängliche Platzierung

Beim Einschalten einer virtuellen Maschine wird ihr durch ESX Server ein Stammknoten zugewiesen. Eine virtuelle Maschine wird nur auf Prozessoren innerhalb ihres Stammknotens ausgeführt; neu zugeteilter Arbeitsspeicher stammt ebenfalls aus diesem Stammknoten. Die virtuelle Maschine nutzt deshalb – sofern sich der Stammknoten nicht ändert – ausschließlich lokalen Arbeitsspeicher, um so Leistungsbeeinträchtigungen durch Remotezugriffe auf Arbeitsspeicher anderer NUMA-Knoten zu vermeiden.

Neuen virtuellen Maschinen werden Stammknoten zunächst nach der Round Robin-Methode zugewiesen, d. h. die erste virtuelle Maschine erhält den ersten Knoten, die zweite den zweiten Knoten usw. Durch diese Richtlinie wird sichergestellt, dass der Arbeitsspeicher über alle Knoten des Systems gleichmäßig genutzt wird.

Verschiedene Betriebssysteme, wie z. B. Windows 2003 Server, bieten eine derartige NUMA-Unterstützung, die als anfängliche Platzierung bezeichnet wird. Sie kann bei Systemen ausreichend sein, die nur eine einzige Arbeitslast ausführen, z. B. eine Benchmark-Konfiguration, die sich im Laufe der Systembetriebszeit nicht ändert. Die anfängliche Platzierung ist jedoch nicht ausgereift genug, um eine gute Leistung und ein gutes Gleichgewicht bei Datencentersystemen zu gewährleisten, die für die Unterstützung variabler Arbeitslasten vorgesehen sind.

Das folgende Beispiel veranschaulicht die Schwachstellen eines Systems, das nur über Fähigkeiten zur anfänglichen Platzierung verfügt: ein Administrator startet vier virtuelle Maschinen, von denen zwei durch das System auf dem ersten Knoten platziert werden. Die verbleibenden zwei virtuellen Maschinen werden auf dem zweiten Knoten platziert. Wenn beide virtuellen Maschinen des zweiten Knotens angehalten werden oder sich im Leerlauf befinden, ist das System nicht ausgeglichen, da die gesamte Last auf dem ersten Knoten liegt. Auch wenn das System die Remoteausführung einer der verbleibenden virtuellen Maschinen auf dem zweiten Knoten zulässt, wäre die Leistung deutlich beeinträchtigt, da sich der gesamte Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine nach wie vor auf dem ersten Knoten befinden würde.

Dynamischer Lastenausgleich und Seitenmigration

ESX Server kombiniert den herkömmlichen Ansatz zur anfänglichen Platzierung mit einem dynamischen Neuverteilungsalgorithmus. Das System untersucht regelmäßig (standardmäßig alle zwei Sekunden) die Lasten auf den verschiedenen Knoten und bestimmt, ob eine neue Lastverteilung durch Verschieben einer virtuellen Maschine auf

einen anderen Knoten sinnvoll ist. Bei dieser Berechnung werden die Ressourceneinstellungen der virtuellen Maschinen und Ressourcenpools berücksichtigt, damit die Leistung verbessert werden kann, ohne das Gleichgewicht zu beeinträchtigen oder Ressourcenberechtigungen zu verletzen.

Bei der Neuverteilung wird eine geeignete virtuelle Maschine gewählt, der als neuer Stammknoten der Knoten mit der geringsten Last zugewiesen wird. Soweit möglich, verschiebt das Neuverteilungsprogramm eine virtuelle Maschine, deren Arbeitsspeicher sich bereits teilweise auf dem Zielknoten befindet. Von diesem Zeitpunkt an wird der virtuellen Maschine (sofern sie nicht erneut verschoben wird) Arbeitsspeicher des neuen Stammknotens zugeteilt, und sie wird ausschließlich auf den Prozessoren dieses neuen Stammknotens ausgeführt.

Die Neuverteilung ist eine effiziente Lösung, um das Gleichgewicht zu erhalten und sicherzustellen, dass alle Knoten vollständig genutzt werden. Möglicherweise muss das Neuverteilungsprogramm eine virtuelle Maschine auf einen Knoten verschieben, auf dem ihr nur wenig oder gar kein Arbeitsspeicher zugewiesen ist. In diesem Fall führt die große Anzahl an Remotespeicherzugriffen zu einem Leistungsabfall der virtuellen Maschine. ESX Server kann diese Beeinträchtigung verhindern, indem auf transparente Weise Arbeitsspeicher des ursprünglichen Knotens der virtuellen Maschine auf den neuen Stammknoten migriert wird:

1 Das System wählt eine Seite (4 KB des zusammenhängenden Arbeitsspeichers) auf dem ursprünglichen Knoten und kopiert die darauf befindlichen Daten auf eine Seite des Zielknotens.

2 Das System verwendet die Überwachungsebene der virtuellen Maschine und die Arbeitsspeicher-Verwaltungshardware des Prozessors, um die Arbeitsspeicherübersicht der virtuellen Maschine nahtlos neu zuzuordnen. Diese Seite wird für künftige Referenzen auf dem Zielknoten verwendet, um so eine Beeinträchtigung durch den Remotespeicherzugriff zu vermeiden.

Sobald eine virtuelle Maschine auf einen neuen Knoten verschoben wird, wird durch ESX Server umgehend eine derartige Arbeitsspeichermigration eingeleitet. ESX Server verwaltet die Frequenz, um eine Überanspruchung des Systems insbesondere dann zu vermeiden, wenn nur noch wenig Remotearbeitsspeicher für die virtuelle Maschine vorhanden ist oder der Zielknoten über wenig freien Arbeitsspeicher verfügt. Der Arbeitspeicher-Migrationsalgorithmus stellt außerdem sicher, dass Arbeitsspeicher durch den ESX Server-Host nicht unnötigerweise verschoben wird, wenn zum Beispiel eine virtuelle Maschine nur kurzzeitig auf einen neuen Knoten verschoben wird.

Wenn anfängliche Platzierung, dynamische Neuverteilung und intelligente Arbeitsspeichermigration gemeinsam zum Einsatz kommen, stellen sie auch bei variablen Arbeitslasten eine gute Arbeitsspeicherleistung auf NUMA-Systemen sicher. Bei Auftreten einer signifikanten Arbeitslaständerung, beispielsweise wenn neue

virtuelle Maschinen gestartet werden, benötigt das System eine gewisse Zeit, um sich anzupassen und virtuelle Maschinen und Arbeitsspeicher an neue Standorte zu migrieren. Nach kurzer Zeit, normalerweise innerhalb weniger Sekunden oder Minuten, hat das System die Neuanpassungen abgeschlossen und befindet sich in einem stabilen Betriebszustand.

Für NUMA optimierte, transparente gemeinsame Seitennutzung

Bei vielen ESX Server-Arbeitslasten bietet sich die gemeinsame Nutzung von Arbeitsspeicher durch alle virtuellen Maschinen an. So können beispielsweise mehrere virtuelle Maschinen Instanzen desselben Gastbetriebssystems ausführen, gleiche Anwendungen oder Komponenten laden oder gemeinsame Daten enthalten. In solchen Fällen wendet ESX Server ein eigenständiges transparentes Verfahren für die gemeinsame Nutzung von Seiten an, um redundante Kopien von Arbeitsspeicherseiten sicher zu eliminieren. Durch die gemeinsame Arbeitsspeichernutzung ist der Arbeitsspeicherverbrauch durch die Arbeitslast einer virtuellen Maschine oftmals geringer als bei der Ausführung auf einer physischen Maschine. Folglich kann eine höhere Überbelegung effizient unterstützt werden.

Die transparente gemeinsame Seitennutzung für ESX Server-Systeme wurde ebenfalls für die Verwendung auf NUMA-Systemen optimiert. Auf NUMA-Systemen werden die Seiten pro Knoten gemeinsam genutzt, sodass jeder Knoten über seine eigene lokale Kopie der häufig gemeinsam genutzten Seiten verfügt. Bei der Verwendung freigegebener Seiten müssen virtuelle Maschinen daher nicht auf Remotearbeitsspeicher zugreifen.

Manuelle NUMA-Steuerelemente

Falls Sie über arbeitsspeicherintensive Anwendungen oder wenige virtuelle Maschinen verfügen, können Sie die Leistung durch explizites Festlegen der CPU- und Arbeitsspeicherplatzierung für die virtuellen Maschinen optimieren. Dies ist nützlich, wenn eine virtuelle Maschine eine arbeitsspeicherintensive Arbeitslast ausführt, z. B. eine arbeitsspeicherinterne Datenbank oder eine wissenschaftliche Rechenanwendung mit großen Datensätzen. Möglicherweise möchten Sie die NUMA-Platzierungen aber auch manuell optimieren, weil die Arbeitslast des Systems bekanntermaßen einfach und konsistent ist. So ist beispielsweise die explizite Optimierung eines Systems mit acht Prozessoren, auf dem acht virtuelle Maschinen mit ähnlichen Arbeitslasten ausgeführt werden, relativ einfach.

HINWEIS In den meisten Fällen lässt sich mithilfe der automatischen NUMA-Optimierungen eines ESX Server-Hosts eine gute Leistung erzielen.

ESX Server bietet zwei Steuerelemente für die NUMA-Platzierung, sodass sowohl die Arbeitspeicher- als auch die Prozessorplatzierung einer virtuellen Maschine durch den Administrator gesteuert werden kann.

Mithilfe des VI-Clients kann Folgendes festgelegt werden:

- **CPU-Affinität (CPU Affinity)** – Eine virtuelle Maschine soll nur die Prozessoren eines bestimmten Knoten verwenden. Siehe „CPU-Affinität für das Verknüpfen virtueller Maschinen mit einem einzigen NUMA-Knoten“ auf Seite 190.
- **Arbeitsspeicheraffinität (Memory Affinity)** – Die Arbeitsspeicherzuteilung durch den Server soll nur auf dem spezifischen Knoten erfolgen. Siehe „Arbeitsspeicheraffinität für das Verknüpfen von Arbeitsspeicherzuweisungen mit einem NUMA-Knoten“ auf Seite 191.

Falls beide Optionen vor dem Starten einer virtuellen Maschine festgelegt werden, wird die virtuelle Maschine nur auf dem gewünschten Knoten ausgeführt und ihr gesamter Arbeitsspeicher lokal zugeteilt.

Durch den Administrator kann eine virtuelle Maschine auch manuell auf einen anderen Knoten verschoben werden, wenn die virtuelle Maschine bereits ausgeführt wird. In diesem Fall sollte der Seitenmigrationstakt der virtuellen Maschine ebenfalls manuell angegeben werden, damit der Arbeitsspeicher des vorherigen Knoten der virtuellen Maschine auf den neuen Knoten verschoben werden kann.

Die manuelle NUMA-Platzierung überschneidet sich möglicherweise mit den ESX Server-Algorithmen für die Ressourcenverwaltung, die versuchen, jeder virtuellen Maschine einen gleichmäßigen Anteil an Prozessorressourcen des Systems zuzuteilen. Wenn beispielsweise zehn virtuelle Maschinen mit prozessorintensiven Arbeitslasten manuell auf einem Knoten platziert werden und nur zwei virtuelle Maschinen manuell auf einem anderen Knoten platziert werden, ist das System nicht in der Lage, allen zwölf virtuellen Maschinen gleiche Anteile an Systemressourcen zuzuweisen. Bedenken Sie diese Problematik daher vor der manuellen NUMA-Platzierung.

Übersicht über die IBM Enterprise X-Architektur

Die IBM Enterprise X-Architektur unterstützt Server mit bis zu vier Knoten (in der IBM-Terminologie auch als CECs oder SMP Expansion Complexes bezeichnet). Jeder Knoten kann bis zu vier Intel Xeon MP-Prozessoren, also insgesamt 16 CPUs, enthalten. Der IBM eServer x445 der nächsten Generation verwendet eine verbesserte Version der Enterprise X-Architektur und verfügt über acht Knoten mit bis zu vier Xeon MP-Prozessoren, also insgesamt 32 CPUs. Die dritte Generation von IBM eServer x460 bietet eine vergleichbare Skalierbarkeit, unterstützt jedoch auch Xeon MP-Prozessoren mit 64 Bit. Die hohe Skalierbarkeit dieser Systeme beruht auf dem NUMA-Design der

Enterprise X-Architektur, das zusammen mit High-End-POWER4-based-Servern der pSerie von IBM genutzt wird. Eine ausführliche Beschreibung der Enterprise X-Architektur finden Sie im IBM-Redbook *IBM eServer xSeries 440 Planning and Installation Guide*.

Übersicht über AMD Opteron-basierte Systeme

AMD Opteron-basierte Systeme, wie z. B. der ProLiant-Server DL585 von HP, bieten ebenfalls NUMA-Unterstützung. Die BIOS-Einstellung für die Knotenverschachtelung bestimmt, ob sich das System eher wie ein NUMA-System oder wie ein UMA-System (Uniform Memory Architecture) verhält. Weitere Informationen finden Sie in der Kurzbeschreibung zur Technologie „HP ProLiant DL585 Server Technology“. Weitere Informationen finden Sie zudem auf der HP-Website im Benutzerhandbuch *HP ROM-Based Setup Utility User Guide*.

Die Knotenverschachtelung ist standardmäßig deaktiviert, sodass jeder Prozessor über seinen eigenen Arbeitsspeicher verfügt. Das BIOS erstellt eine Tabelle für die Systemressourcenzuteilung (SRAT), damit ESX Server das System als NUMA-System erkennt und NUMA-Optimierungen anwendet. Wenn die Knotenverschachtelung aktiviert ist (auch bekannt als verschachtelter Arbeitsspeicher), erstellt das BIOS keine SRAT und ESX Server erkennt das System nicht als NUMA-System.

Derzeit ausgelieferte Opteron-Prozessoren verfügen entweder über einen Kern oder zwei Kerne pro Buchse. Wenn der Knotenarbeitsspeicher aktiviert ist, wird bei der Aufteilung des Arbeitsspeichers auf dem Opteron-Prozessor jeder Buchse eine gewisser Anteil an lokalem Arbeitsspeicher zugeteilt. Die anderen Buchsen verfügen über einen Remotearbeitsspeicher. Die Opteron-Systeme mit einem Kern verfügen über einen einzigen Prozessor pro NUMA-Knoten und Opteron-Systeme mit zwei Kernen über zwei Prozessoren pro NUMA-Knoten.

Virtuelle SMP-Maschinen (mit zwei virtuellen Prozessoren) können sich nicht innerhalb eines NUMA-Knotens mit nur einem Kern befinden, z. B. in den Opteron-Prozessoren mit einem Kern. Das heißt auch, dass sie nicht durch den NUMA-Scheduler von ESX Server verwaltet werden können. Virtuelle Maschinen, die nicht über den NUMA-Scheduler verwaltet werden, können dennoch ordnungsgemäß ausgeführt werden. Diese virtuellen Maschinen profitieren jedoch nicht von den NUMA-Optimierungen innerhalb von ESX Server. Virtuelle Ein-Prozessor-Maschinen (mit einem einzigen virtuellen Prozessor) können sich innerhalb eines NUMA-Knotens befinden und werden automatisch durch den NUMA-Scheduler von ESX Server verwaltet.

HINWEIS Bei kleinen Opteron-Systemen ist die NUMA-Neuverteilung jetzt standardmäßig deaktiviert, um eine gleichmäßige Planung sicherzustellen. Mithilfe der Optionen **Numa.RebalanceCoresTotal** und **Numa.RebalanceCoresNode** kann dieses Verhalten geändert werden. Siehe „Festlegen erweiterter Attribute für virtuelle Maschinen“ auf Seite 178.

Abrufen von NUMA-Konfigurationsinformationen und -Statisiken

NUMA-Konfigurationsinformationen und -Statistiken können Sie im Fenster **Arbeitsspeicher (Memory)** über das Dienstprogramm `resxtop` (oder `esxtop`) anzeigen. Siehe „Arbeitsspeicherfenster“ auf Seite 213.

CPU-Affinität für das Verknüpfen virtueller Maschinen mit einem einzigen NUMA-Knoten

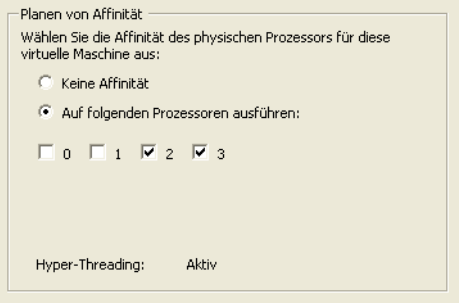
In einigen Fällen können Sie die Leistung der Anwendungen auf einer virtuellen Maschine möglicherweise steigern, indem Sie sie mit den CPU-Nummern auf einem einzigen NUMA-Knoten verknüpfen (manuelle CPU-Affinität).

VORSICHT Bei der Verwendung der CPU-Affinität können einige potenzielle Probleme auftreten. Siehe „Mögliche Affinitätsprobleme“ auf Seite 151.

So legen Sie die CPU-Affinität für einen einzigen NUMA-Knoten fest

1. Wählen Sie im VI-Client mithilfe der rechten Maustaste eine virtuelle Maschine, und klicken Sie auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.
2. Wählen Sie im Dialogfeld **Eigenschaften der virtuellen Maschine (Virtual Machine Properties)** die Registerkarte **Ressourcen (Resources)** und anschließend die Option **Erweiterte CPU (Advanced CPU)**.
3. Im Fenster **Affinitätsplanung (Scheduling Affinity)** können Sie die CPU-Affinität für verschiedene NUMA-Knoten festlegen.

HINWEIS Sie müssen die Kontrollkästchen aller Prozessoren im NUMA-Knoten manuell aktivieren. Die CPU-Affinität wird pro Prozessor und nicht pro Knoten festgelegt.


Planen von Affinität
Wählen Sie die Affinität des physischen Prozessors für diese virtuelle Maschine aus:
Keine Affinität
Auf folgenden Prozessoren ausführen:
0 1 2 3
Hyper-Threading: Aktiv

Arbeitsspeicheraffinität für das Verknüpfen von Arbeitsspeicherzuweisungen mit einem NUMA-Knoten

Sie können festlegen, dass bei künftigen Arbeitsspeicherzuteilungen auf einer virtuellen Maschine die mit einem einzigen NUMA-Knoten verknüpften Seiten genutzt werden (auch bekannt als manuelle Arbeitsspeicheraffinität). Wenn die virtuelle Maschine auf lokalen Arbeitsspeicher zugreift, verbessert sich dadurch ihre Leistung.

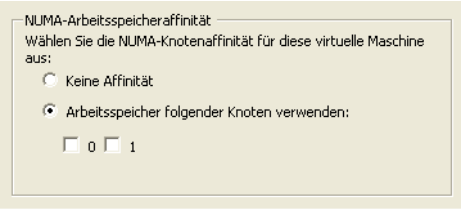
HINWEIS Sie sollten die für künftige Arbeitsspeicherzuteilungen zu verwendenden Knoten nur dann festlegen, wenn Sie auch die CPU-Affinität festgelegt haben. Wenn Sie lediglich an den Einstellungen der Arbeitsspeicheraffinität manuelle Änderungen vornehmen, wird die automatische NUMA-Neuverteilung beeinträchtigt.

So verknüpfen Sie Arbeitsspeicherzuteilungen mit einem NUMA-Knoten

1 Wählen Sie im VI-Client mithilfe der rechten Maustaste eine virtuelle Maschine, und klicken Sie auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Wählen Sie im Dialogfeld **Eigenschaften der virtuellen Maschine (Virtual Machine Properties)** die Registerkarte **Ressourcen (Resources)** und anschließend die Option **Arbeitsspeicher (Memory)**.

3 Legen Sie im Fenster **NUMA-Arbeitsspeicheraffinität (NUMA Memory Affinity)** die gewünschte Arbeitsspeicheraffinität fest.



Beispiel: Verknüpfen einer virtuellen Maschine mit einem einzigen NUMA-Knoten Das folgende Beispiel zeigt, wie Sie vier CPUs mit einem einzigen NUMA-Knoten für eine virtuelle Maschine manuell auf einem 8-Wege-Server verknüpfen. Diese virtuelle Maschine soll nur auf Knoten 1 ausgeführt werden.

Die CPUs, z. B. 4, 5, 6 und 7, stellen die physischen CPU-Nummern dar.

So verknüpfen Sie eine virtuelle 2-Wege-Maschine für die Verwendung der letzten vier physischen CPUs einer 8-Prozessor-Maschine

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients eine virtuelle Maschine, und klicken Sie auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie auf **Optionen (Options)** und anschließend auf **Erweitert (Advanced)**.

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Konfigurationsparameter (Configuration Parameters)**.

4 Aktivieren Sie im VI-Client die CPU-Affinität für die Prozessoren 4, 5 und 6.

So legen Sie den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine fest, damit der gesamte Arbeitsspeicher Knoten 1 zugeteilt wird

1 Wählen Sie im Bestandslistenfenster des VI-Clients eine virtuelle Maschine, und klicken Sie auf die Option **Einstellungen bearbeiten (Edit Settings)**.

2 Klicken Sie auf **Optionen (Options)** und anschließend auf **Erweitert (Advanced)**.

3 Klicken Sie auf die Schaltfläche **Konfigurationsparameter (Configuration Parameters)**.

4 Setzen Sie im VI-Client die Arbeitsspeicheraffinität für den NUMA-Knoten auf 1.

Durch Ausführen dieser beiden Aufgaben wird sichergestellt, dass die virtuelle Maschine ausschließlich auf Knoten 1 ausgeführt wird und möglichst Arbeitsspeicher dieses Knotens zuteilt.

Empfohlene Vorgehensweisen 11

Dieses Kapitel enthält Erläuterungen zu einigen empfohlenen Vorgehensweisen für Benutzer von ESX Server und Virtual Center.

In diesem Kapitel werden folgende Themen behandelt:

- „Empfohlene Vorgehensweisen für die Ressourcenverwaltung“ auf Seite 193
- „Erstellen und Bereitstellen virtueller Maschinen“ auf Seite 194
- „Empfohlene Vorgehensweisen für VMware HA“ auf Seite 196

Empfohlene Vorgehensweisen für die Ressourcenverwaltung

Die folgenden Richtlinien helfen Ihnen dabei, eine optimale Leistung Ihrer virtuellen Maschinen zu erreichen:

- Wenn Sie eher häufige Änderungen der insgesamt verfügbaren Ressourcen erwarten, verwenden Sie für eine gleichmäßige Ressourcenzuteilung zu den virtuellen Maschinen am besten den Parameter **Anteile (Shares)**. Wenn Sie den Parameter **Anteile (Shares)** verwenden und beispielsweise ein Host-Upgrade durchführen, verfügt jede virtuelle Maschine weiterhin über dieselbe Priorität (dieselbe Anzahl an Anteilen), obwohl der einzelne Anteil einen größeren Arbeitsspeicher- oder CPU-Wert darstellt.

- Verwenden Sie den Parameter **Reservierung (Reservation)**, um eine annehmbare Mindestgröße für Arbeitsspeicher oder CPU festzulegen, anstatt eine gewünschte verfügbare Größe festzulegen. Der Host weist bei Verfügbarkeit zusätzliche Ressourcen zu und richtet sich dabei nach der Anzahl an Anteilen und den für die virtuelle Maschine festgelegten Grenzwert. Der Umfang der tatsächlichen durch die Reservierung dargestellten Ressourcen bleibt bei einer Änderung der Umgebung erhalten, z. B. wenn virtuelle Maschinen hinzugefügt oder entfernt werden.
- Stellen Sie den Wert für die **Reservierung (Reservation)** nicht zu hoch ein. Eine zu hohe Reservierung kann die Anzahl virtueller Maschinen in einem Ressourcenpool begrenzen.
- Übergeben Sie beim Festlegen der Reservierungen für virtuelle Maschinen nicht alle Ressourcen. Je dichter Sie sich an einer vollständigen Reservierung aller Kapazitäten des Systems bewegen, desto schwieriger wird es, Änderungen an der Reservierung und der Ressourcenpoolhierarchie vorzunehmen, ohne dabei die Zugangssteuerung zu verletzen. In einem für DRS aktivierten Cluster kann eine Reservierung, die eine vollständige Vergabe der Kapazität des Clusters oder einzelner Hosts des Clusters vorsieht, dazu führen, dass virtuelle Maschinen nicht über DRS zwischen zwei Hosts migriert werden.
- Verwenden Sie Ressourcenpools für eine delegierte Ressourcenverwaltung. Verwenden Sie für die vollständige Isolierung eines Ressourcenpools den Ressourcenpooltyp **Feststehend (Fixed)** und die Parameter **Reservierung (Reservation)** und **Grenzwert (Limit)**.
- Gruppieren Sie virtuelle Maschinen für einen Multi-Tier-Dienst in einem Ressourcenpool. Mithilfe von Ressourcenpools kann der ESX Server-Host Ressourcen für den Dienst insgesamt zuweisen.

Erstellen und Bereitstellen virtueller Maschinen

Dieser Abschnitt enthält Informationen zu empfohlenen Vorgehensweisen bei der Planung und Erstellung virtueller Maschinen.

Planung

Folgende Kriterien müssen Sie vor dem Bereitstellen einer virtuellen Maschine erfüllen:

- Planen Sie die Lastenzusammensetzung.
- Seien Sie sich über Ziele und Erwartungen im Klaren.

- Machen Sie sich mit den Anforderungen vertraut und damit, was Erfolg für Sie bedeutet.
- Vermeiden Sie die Zusammenstellung virtueller Maschinen, deren Ressourcenanforderungen miteinander konkurrieren.
- Führen Sie vor dem Bereitstellen Tests durch, falls Sie besondere Leistungen erwarten.

Durch die Virtualisierung kann eine gewisse Anzahl virtueller Maschinen die Hostressourcen gemeinsam nutzen. Jedoch werden dadurch keine neuen Ressourcen erstellt. Die Virtualisierung kann zu einem erhöhten Verarbeitungsaufwand führen.

Erstellen virtueller Maschinen

Passen Sie bei der Erstellung virtueller Maschinen auf jeden Fall deren Größe – genau wie bei physischen Computern – dem tatsächlichen Bedarf an. Überkonfigurierte virtuelle Maschinen verschwenden gemeinsam nutzbare Ressourcen.

Deaktivieren Sie zur Leistungsoptimierung sämtliche nicht verwendeten virtuellen Geräte, wie z. B. COM-Ports, LPT-Ports, Diskettenlaufwerke, CD-ROMs oder USB-Adapter. Diese Geräte werden schließlich auch dann regelmäßig vom Gastbetriebssystem abgefragt, wenn sie nicht verwendet werden. Durch dieses unproduktive Abfragen werden gemeinsam nutzbare Ressourcen verschwendet.

Die Installation von VMware Tools unterstützt die Leistungsoptimierung, kann zu einer effizienteren CPU-Nutzung führen und stellt Treiber zum Abrufen von Festplatten-, Netzwerk- und Arbeitsspeicherressourcen zur Verfügung.

Bereitstellen des Gastbetriebssystems

Optimieren Sie – genau wie beim Betriebssystem eines physischen Computers – das Betriebssystem der virtuellen Maschine durch Registrierung, Auslagerungsspeicherplatz usw., und passen Sie die Größe an. Deaktivieren Sie nicht benötigte Programme und Dienste wie z. B. Bildschirmschoner. Nicht benötigte Programme und Dienste verschwenden gemeinsam nutzbare Ressourcen.

Aktualisieren Sie das Gastbetriebssystem, indem Sie stets aktuelle Patches aufspielen. Falls Sie als Gastbetriebssystem Microsoft Windows verwenden, überprüfen Sie, ob es

in der Wissensbasis von Microsoft Artikel über bekannte Probleme mit dem Betriebssystem gibt.

HINWEIS Dem Gastbetriebssystem muss bei der Konfiguration ein ausreichender Auslagerungsspeicherplatz zugeteilt werden. Einige Gastbetriebssysteme weisen zusätzliche Einschränkungen auf. Siehe „Auslagerungsbereich und Gastbetriebssysteme“ auf Seite 168.

Bereitstellen von Gastanwendungen

Optimieren Sie – genau wie bei Anwendungen auf einem physischen Computer – die Anwendungen der virtuellen Maschine, und passen Sie die Größe an.

Führen Sie keine Anwendungen mit nur einem Thread in einer virtuellen SMP-Maschine aus. Arbeitslasten mit nur einem Thread können zusätzliche virtuelle CPUs nicht nutzen und die nicht genutzten virtuellen CPUs verschwenden gemeinsam nutzbare Ressourcen. Eine Arbeitslast, die aus mehreren gleichzeitig ausgeführten Anwendungen mit nur einem Thread besteht, könnte jedoch in der Lage sein, zusätzliche virtuelle CPUs zu nutzen.

Konfigurieren des VMkernel-Arbeitsspeichers

Der VMkernel gewinnt Arbeitsspeicher über das Balloon-Verfahren und das Auslagern zurück. Siehe Kapitel 9, „Erweiterte Ressourcenverwaltung“, auf Seite 147. Vermeiden Sie für eine optimale Nutzung der Arbeitsspeicherressourcen eine hohe Abrufaktivität, indem Sie die Größe der virtuellen Maschinen richtig anpassen und eine zu hohe Arbeitsspeicherüberbelegung vermeiden. Siehe „Mehrfachvergabe von Arbeitsspeicher“ auf Seite 47.

Der VMkernel implementiert einen NUMA-Scheduler, der sowohl NUMA-Architekturen von IBM als auch von AMD unterstützt. Der Scheduler legt den Arbeitsspeicher der virtuellen Maschine und virtuelle CPUs auf demselben NUMA-Knoten ab. Dadurch wird eine eventuelle Beeinträchtigung der Leistung durch Remotezugriffe auf den Arbeitsspeicher verhindert. Die Hosthardware sollte so konfiguriert sein, dass der Arbeitsspeicher des physischen Hosts gleichmäßig über die NUMA-Knoten verteilt ist. Siehe Kapitel 10, „Verwenden von NUMA-Systemen mit ESX Server“, auf Seite 181.

Empfohlene Vorgehensweisen für VMware HA

Folgen Sie den empfohlenen Vorgehensweisen für VMware HA, die Sie für die ESX Server-Implementierung und -Netzwerkarchitektur nutzen können.

Empfohlene Vorgehensweisen für Netzwerke

Die Konfiguration der ESX Server-Hostnetzwerke und -Namensauflösung sowie die Netzwerkinfrastruktur außerhalb von ESX Server-Hosts (Switches, Router und Firewalls) sind für eine optimale VMware HA-Installation entscheidend. Bei der Konfiguration dieser Komponenten sollten Sie die folgenden empfohlenen Vorgehensweisen berücksichtigen, um die VMware HA-Leistung zu optimieren.

- Wenn die Switches die Option *PortFast* (oder eine ähnliche) Einstellung unterstützen, aktivieren Sie diese für die physischen Netzwerkswitches, die die Server verbinden. Auf diese Weise können Spanning-Tree-Isolierungsereignisse vermieden werden. Weitere Informationen zu dieser Option finden Sie in der Dokumentation Ihres Netzwerkswitchanbieters.
- Stellen Sie sicher, dass die folgenden Firewall-Port für die Kommunikation der Servicekonsole für alle ESX Server 3-Hosts geöffnet sind:
  Eingehender Port: TCP/UDP 8042-8045
  Ausgehender Port: TCP/UDP 2050-2250
- Konfigurieren Sie für ein zuverlässigeres Taktsignal die dualen End-to-End-Netzwerkpfade zwischen Servern für das Servicekonsolennetzwerk. Legen Sie zwischen den Servern in einem Cluster kürzere Netzwerkpfade fest. Weiterleitungen mit zu vielen Hops können zu Verzögerungen von Netzwerkpaketen für Taktsignale führen.
- Deaktivieren Sie VMware HA (über VirtualCenter, deaktivieren Sie im Dialogfeld für die Clustereinstellungen das Kontrollkästchen **VMware HA aktivieren (Enable VMware HA)**), wenn Sie Wartungen am Netzwerk durchführen, durch die möglicherweise alle Taktsignalpfade zwischen Hosts deaktiviert werden.
- Verwenden Sie für die Namensauflösung DNS anstatt die fehleranfällige Methode der manuellen Bearbeitung der lokalen /etc/hosts-Datei auf ESX Server-Hosts. Wenn Sie jedoch die /etc/hosts-Datei bearbeiten, müssen Sie sowohl die Lang- als auch die Kurzform der Namen einschließen.
- Verwenden Sie für öffentliche Netzwerke einheitliche Portnamen in VLANs. Portnamen werden für die Neukonfiguration des Zugriffs auf das Netzwerk durch virtuelle Maschinen verwendet. Wenn Sie keine einheitlichen Namen zwischen dem ursprünglichen Server und dem Failover-Server verwenden, wird die Verbindung zwischen virtuellen Maschinen und Netzwerken nach einem Failover getrennt.
- Verwenden Sie gültige Netzwerkbezeichnungen für virtuelle Maschinen auf allen Servern in einem VMware HA-Cluster. Virtuelle Maschinen verwenden diese Bezeichnungen, um die Netzwerkverbindung beim Neustart wiederherzustellen.

Einrichten der Netzwerkredundanz

Netzwerkredundanz zwischen Clusterknoten ist für die Zuverlässigkeit von VMware HA erforderlich. Die Nutzung eines redundanten Servicekonsolennetzwerks unter ESX Server 3 (oder VMkernel-Netzwerks unter ESX Server 3i) ermöglicht eine zuverlässige Fehlererkennung und verhindert, dass Isolierungsbedingungen auftreten, da Taktsignale über mehrere Netzwerke gesendet werden können.

Netzwerkredundanz lässt sich auf Ebene der Netzwerkkarte bzw. der Servicekonsole oder des VMkernel-Ports implementieren. Für die meisten Implementierungen reicht die durch die NIC-Gruppierung bereitgestellte Redundanz aus, daher kann die Servicekonsolen- bzw. Port-Redundanz nur genutzt oder hinzugefügt werden, wenn zusätzliche Redundanz erforderlich ist.

NIC-Gruppierung

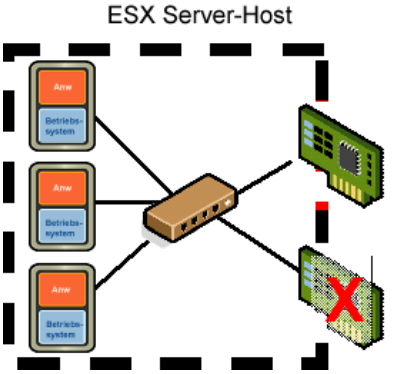
Wie in Abbildung 11-1 dargestellt, verbessert eine Gruppe mit zwei Netzwerkkarten, die mit separaten physischen Switches verbunden sind, die Zuverlässigkeit eines Servicekonsole- bzw. VMkernel-Netzwerks (für ESX Server 3i). Da über zwei Netzwerkkarten (und zwei separate Switches) verbundene Server über zwei unabhängige Pfade für das Senden und Empfangen von Taktsignalen verfügen, ist der Cluster belastbarer.

Bei der Konfiguration einer Gruppe von Netzwerkkarten für die Servicekonsole sollten die virtuellen Netzwerkkarten beim Konfigurieren des virtuellen Switches auf **Aktiv/Standby (Active/Standby)** gesetzt werden. Folgende Parametereinstellungen für die virtuellen Netzwerkkarten werden empfohlen:

- Rolling-Failover = Ja (Yes)
- Standardlastenausgleich = Anhand der Quelle der Port-ID routen (Route based on originating port ID)

HINWEIS Nach Hinzufügen einer Netzwerkkarte zu einem Host im VMware HA-Cluster müssen Sie HA auf diesem Host neu konfigurieren.

Abbildung 11-1. Servicekonsolenredundanz mit NIC-Gruppierung



NIC-Gruppierungsszenario Das folgende Szenario veranschaulicht die Verwendung eines einzelnen Servicekonsolennetzwerks mit NIC-Gruppierung für Netzwerkredundanz:

- Sie gehen von einem gewissen Risiko aus, wenn Sie Hosts im Cluster mit nur einem Servicekonsolennetzwerk (Subnetz 10.20.XX.XX) konfigurieren. Verwenden Sie zwei gruppierte Netzwerkkarten, um einen Netzwerkkartenausfall zu vermeiden.
- Die standardmäßige Zeitüberschreitung wird auf 60 Sekunden (`das.failuredetectiontime` = 60000) erhöht.

Sekundäres Servicekonsolennetzwerk

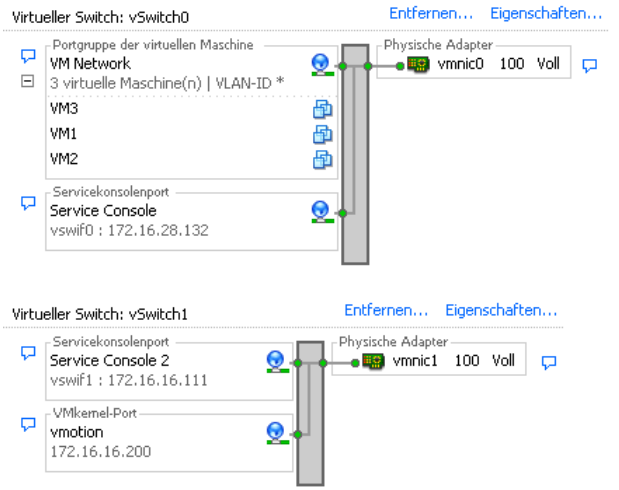
Alternativ zur NIC-Gruppierung für die Bereitstellung redundanter Taktsignale können Sie auch eine sekundäre Servicekonsole (oder einen VMkernel-Port für ESX Server 3i) erstellen, die anschließend an einen separaten Switch angeschlossen wird. Die primäre Servicekonsole wird weiterhin für Netzwerk- und Verwaltungszwecke verwendet. Sobald das sekundäre Servicekonsolennetzwerk erstellt wurde, sendet VMware HA Taktsignale über sowohl die primäre als auch die sekundäre Servicekonsole. Sollte ein Pfad ausfallen, kann VMware HA über den anderen Pfad noch immer Taktsignale senden und empfangen.

Per Voreinstellung wird die Gateway-IP-Adresse, die in der Servicekonsolen-Netzwerkkonfiguration jedes ESX Server-Hosts angegeben ist, als Isolierungsadresse verwendet. Jedes Servicekonsolennetzwerk muss über eine Isolierungsadresse verfügen, auf die zugegriffen werden kann. Beim Einrichten der Servicekonsolenredundanz ist es erforderlich, eine zusätzliche Isolierungsreaktionsadresse (`das.isolationaddress2`) für das sekundäre Servicekonsolennetzwerk anzugeben. Die Isolierungsadresse sollte über möglichst

wenige Netzwerk-Hops verfügen. Bei Angabe einer sekundären Isolierungsadresse wird empfohlen, die Einstellung `das.failuredetectiontime` auf 20000 Millisekunden oder mehr zu erhöhen. Siehe „Festlegen erweiterter HA-Optionen“ auf Seite 144.

Des Weiteren können Sie das Netzwerk optimieren (wenn Sie bereits ein VMotion-Netzwerk konfiguriert haben), indem Sie ein sekundäres Servicekonsolennetzwerk zum virtuellen VMotion-Switch hinzufügen. Wie in Abbildung 11-2 gezeigt, kann ein virtueller Switch von VMotion-Netzwerken und einem sekundären Servicekonsolennetzwerk gemeinsam genutzt werden.

Abbildung 11-2. Netzwerkredundanz mit einer sekundären Servicekonsole



Szenario zum redundanten Servicekonsolennetzwerk Das folgende Szenario veranschaulicht die Verwendung eines redundanten Servicekonsolennetzwerks:

- Legen Sie unter Nutzung eines vorhandenen VMotion-Netzwerks (Subnetze 10.20.YY.YY und 192.168.ZZ.ZZ) für jeden Host im Cluster zwei Servicekonsolennetzwerke fest.
- Verwenden Sie für das erste Netzwerk das Standard-Gateway, und geben Sie `das.isolationaddress2` = 192.168.1.103 als zusätzliche Isolierungsadresse für das zweite Netzwerk ein.
- Erhöhen Sie die standardmäßige Zeitüberschreitung auf 20 Sekunden (`das.failuredetectiontime` = 20000).

Weitere Überlegungen zu VMware HA-Clustern

Im Folgenden finden Sie weitere Überlegungen zur Leistungsoptimierung von VMware HA-Clustern:

- Verwenden Sie größere Gruppen homogener Server, um (durchschnittlich) eine höhere Auslastung in einem für VMware HA aktivierten Cluster zu ermöglichen.
  - Durch mehr Knoten pro Cluster lassen sich mehrere Hostausfälle tolerieren, während weiterhin Failover-Kapazitäten gewährleistet werden.
  - Die Heuristik zur Zugangssteuerung wird konservativ gewichtet, sodass größere Server mit zahlreichen virtuellen Maschinen bei einem Failover auf kleinere Server ausweichen können.
- Um Größenschätzungen für die Zugangssteuerung zu definieren, sollten Sie angemessene Reservierungen für die mindestens benötigten Ressourcen festlegen.
  - Wenn keine Reservierungen vorgenommen werden, wird die Zugangssteuerung die Failover-Kapazitäten überschreiten; anderenfalls verwendet VMware HA die größte festgelegte Reservierung als „Slotgröße“ (siehe „Planen von HA-Clustern“ auf Seite 89.)
  - Nehmen Sie zumindest für einige durchschnittliche virtuelle Maschinen Reservierungen vor.
- Führen Sie eine eigene Kapazitätsplanung durch, indem Sie die Option **Zulassen, dass virtuelle Maschinen eingeschaltet bleiben, selbst wenn sie gegen Verfügbarkeitsbedingungen verstoßen (Allow virtual machines to be powered on even if they violate availability constraints)** aktivieren. Die Zugangssteuerung ist möglicherweise zu konservativ, wenn sich die Größen von Hosts und virtuellen Maschinen stark unterscheiden. VMware HA versucht weiterhin, möglichst viele virtuelle Maschinen neu zu starten.

Dienstprogramme zum Überwachen der Leistung: „resxtop“ und „esxtop“

A

Die Befehlszeilendienstprogramme `resxtop` und `esxtop` bieten eine detaillierte Übersicht über die Ressourcennutzung durch ESX Server in Echtzeit. Beide Dienstprogramme lassen sich in einem der folgenden drei Modi starten: interaktiv (Standardeinstellung), Batch oder Wiedergabe. In diesem Anhang wird die Verwendung von `resxtop` und `esxtop` in den jeweiligen Modi beschreiben. Zudem werden Referenzen auf verfügbare Befehle und die Anzeige von Statistiken geboten. Wenn nicht anders festgelegt, sind die Befehle und Statistiken für die Dienstprogramme identisch. Die folgenden Themen werden erläutert:

- „Überlegungen zum Verwenden von „resxtop“ bzw. „esxtop““ auf Seite 203
- „Verwenden der Dienstprogramme im interaktiven Modus“ auf Seite 205
- „Verwenden der Dienstprogramme im Batch-Modus“ auf Seite 229
- „Verwenden der Dienstprogramme im Wiedergabemodus“ auf Seite 230

Überlegungen zum Verwenden von „resxtop“ bzw. „esxtop“

Der grundlegende Unterschied zwischen `resxtop` und `esxtop` besteht darin, dass `resxtop` remote (oder lokal) verwendet werden kann, wohingegen `esxtop` ausschließlich über die Servicekonsole eines lokalen ESX Server-Hosts gestartet werden kann.

Verwenden des Dienstprogramms „resxtop“

Beim Dienstprogramm `resxtop` handelt es sich um einen Befehl der Remote-Befehlszeilenschnittstelle (Remote Command Line Interface,Remote-CLI).

Bevor Sie jedoch Remote-CLI-Befehle verwenden können, ist zunächst das Herunterladen, Installieren und Konfigurieren der virtuellen Appliance für Remote-CLI erforderlich. Weitere Informationen finden Sie im *Handbuch zur Serverkonfiguration für ESX Server 3i* für Version 3.5.

Nach der Installation der virtuellen Appliance starten Sie über die Befehlszeile eines Remote-Linux-Clients das Dienstprogramm `resxtop` mit denselben Befehlszeilenoptionen, die auch für `esxtop` gelten. Damit sich der verwendete Client mit dem Remoteserver verbinden und von diesem authentifiziert werden kann, sollten Sie die folgenden zusätzlichen Optionen verwenden:

`[server]` – Name des Remoteserverhosts, mit dem die Verbindung hergestellt werden soll (erforderlich).

`[portnumber]` – Portnummer mit der die Verbindung auf dem Remoteserver hergestellt werden soll. Die Standardportnummer lautet 443. Diese Option wird nur benötigt, wenn diese Portnummer für den Server geändert wurde.

`[username]` – Zu authentifizierender Benutzername beim Verbinden mit dem Remotehost. Zudem werden Sie vom Remoteserver aufgefordert, ein Kennwort einzugeben.

HINWEIS `resxtop` verwendet nicht alle Optionen, die gemeinsam von anderen Remote-CLI-Befehlen genutzt werden.

Sie haben darüber hinaus die Möglichkeit, `resxtop` auf einem lokalen ESX Server-Host zu verwenden. Lassen Sie hierzu die Option `server` in der Befehlszeile aus, und der Befehl wird standardmäßig auf „localhost“ gesetzt.

Verwenden des Dienstprogramms „esxtop“

Das Dienstprogramm `esxtop` wird ausschließlich auf der Servicekonsole des ESX Server-Hosts ausgeführt.

So starten Sie „esxtop“

1 Stellen Sie sicher, dass Sie über Root-Benutzerrechte verfügen.

2 Geben Sie den Befehl mit den gewünschten Optionen ein:

```
esxtop [–] [h] [v] [b] [s] [a] [c Dateiname] [R  VM–Support_Verzeichnispfad]
               [d Verzögerung] [n Iteration]
```

Das Dienstprogramm `esxtop` liest seine Standardkonfiguration aus der Datei `.esxtop310rc`. Diese Konfigurationsdatei besteht aus sieben Zeilen.

In den ersten sechs Zeilen sind Klein- und Großbuchstaben enthalten, durch die die Felder und deren Reihenfolge auf den Seiten für CPU, Arbeitsspeicher, Speicheradapter, Speichergerät, Speicher der virtuellen Maschine und Netzwerk festgelegt werden. Die Buchstaben entsprechen den Buchstaben in den Fenstern **Felder (Fields)** oder **Reihenfolge (Order)** des jeweiligen `esxtop`-Fensters.

Die siebte Zeile enthält Informationen zu den anderen Optionen. Besonders wichtig: Wenn Sie eine Konfiguration im sicheren Modus gespeichert haben, erhalten Sie kein unsicheres `esxtop`, ohne das `s` aus der siebten Zeile der Datei `.esxtop310rc` zu entfernen. Die Verzögerungszeit zwischen einzelnen Updates wird durch eine Zahl festgelegt. Im interaktiven Modus wird durch Eingabe von `c`, `m`, `d`, `u`, `v` oder `n` bestimmt, in welchem Fenster `esxtop` gestartet wird.

HINWEIS Von der Bearbeitung der Datei wird abgeraten. Wählen Sie stattdessen die Felder und die Reihenfolge in einem gerade ausgeführten `esxtop`-Prozess, nehmen Sie die gewünschten Änderungen vor und speichern Sie diese Datei mithilfe des interaktiven Befehls **W**.

Verwenden der Dienstprogramme im interaktiven Modus

Die Dienstprogramme `resxtop` und `esxtop` werden standardmäßig im interaktiven Modus ausgeführt. Im interaktiven Modus werden in verschiedenen Fenstern Statistiken angezeigt.

Jedes Fenster verfügt über ein Hilfemenü.

Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus

Im interaktiven Modus stehen die in Tabelle A-1 aufgeführten Befehlszeilenoptionen zur Verfügung.

Tabelle A-1. Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus

Option	Beschreibung
`h`	Druckt die Hilfe zu den Befehlszeilenoptionen für `resxtop` (oder `esxtop`).
`v`	Druckt die Versionsnummer von `resxtop` (oder `esxtop`).
`s`	Ruft `resxtop` (oder `esxtop`) im sicheren Modus auf. Im sicheren Modus ist der Befehl `–d`, der die Verzögerung zwischen einzelnen Updates festlegt, deaktiviert.

Tabelle A-1. Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus (Fortsetzung)

Option	Beschreibung
`d`	Legt die Verzögerung zwischen einzelnen Updates fest. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Die Mindestverzögerung beträgt zwei Sekunden. Dieser Wert kann mithilfe des interaktiven Befehls `s` geändert werden. Wird ein Wert unter zwei Sekunden angegeben, wird die Verzögerung automatisch auf zwei Sekunden gesetzt.
`n`	Anzahl an Wiederholungen. Aktualisiert die Anzeige `n` Mal und beendet sie.
`Server`	Name des Remoteserverhosts, mit dem die Verbindung hergestellt werden soll (nur für `resxtop` erforderlich).
`portnumber`	Portnummer mit der die Verbindung auf dem Remoteserver hergestellt werden soll. Die Standardportnummer lautet 443. Diese Option wird nur benötigt, wenn die Standardportnummer für den Server geändert wurde (gilt nur für `resxtop`)
`username`	Zu authentifizierender Benutzername beim Verbinden mit dem Remotehost. Sie werden vom Remoteserver aufgefordert, ein Kennwort einzugeben (gilt nur für `resxtop`).
`a`	Zeigt alle Statistiken an. Diese Option setzt die Einstellungen der Konfigurationsdateien außer Kraft und zeigt alle Statistiken an. Bei der Konfigurationsdatei kann es sich um die Standardkonfigurationsdatei `~/.esxtop310rc` oder eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei handeln.
`c <Dateiname>`	Lädt eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei. Wenn die Option **-c** nicht verwendet wird, lautet der Name der Standardkonfigurationsdatei **~/.esxtop310rc**. Erstellen Sie mithilfe des interaktiven Einzeltastenbefehls `W` eine eigene Konfigurationsdatei, indem Sie einen anderen Dateinamen angeben. Weitere Informationen zum Befehl `W` finden Sie unter „Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus“ auf Seite 207.

Gemeinsame Statistikbeschreibung

Während `resxtop` (oder `esxtop`) im interaktiven Modus ausgeführt wird, werden mehrere Statistiken auf verschiedenen Seiten angezeigt. Die folgenden Statistiken sind gleichermaßen in allen vier Fenstern vorhanden.

Die Zeile **Betriebszeit (Uptime)** oben in den vier `resxtop`-Fenstern (oder `esxtop`-Fenstern) zeigt die aktuelle Zeit, die Zeit seit dem letzten Neustart sowie die Anzahl an derzeit ausgeführten Worlds und durchschnittliche Lasten an. Als World wird eine durch den ESX Server-VMKernel planbare Instanz bezeichnet, die mit einem Prozess oder Thread in anderen Betriebssystemen vergleichbar ist.

Darunter werden die Durchschnittslasten der letzten Minute, der letzten fünf Minuten und der letzten fünfzehn Minuten angezeigt. Innerhalb der Lastendurchschnitte werden sowohl die gerade ausgeführten als auch betriebsbereiten Worlds berücksichtigt. Ein Lastdurchschnitt von 1,00 bedeutet, dass alle physischen CPUs vollständig genutzt werden. Ein Lastdurchschnitt von 2,00 weist darauf hin, dass das ESX Server-System möglicherweise die doppelte Anzahl an derzeit verfügbaren physischen CPUs benötigt. Dementsprechend bedeutet ein Lastdurchschnitt von 0,50, dass die physischen CPUs auf dem ESX Server-System nur zur Hälfte genutzt werden.

Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus

Bei der Ausführung im interaktiven Modus erkennt `resxtop` (oder `esxtop`) mehrere Einzeltastenbefehle. Die in Tabelle A-2 aufgeführten Befehle werden in allen vier Fenstern erkannt. Der Befehl zur Festlegung der Verzögerung zwischen den einzelnen Updates ist deaktiviert, wenn in der Befehlszeile die `s`-Option enthalten ist (siehe „Befehlszeilenoptionen im interaktiven Modus“ auf Seite 205). Die Sortierung über alle interaktiven Sortierbefehle erfolgt in absteigender Reihenfolge.

Tabelle A-2. Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus

Taste	Beschreibung
`h` oder `?`	Zeigt ein Hilfemenü für das aktuelle Fenster mit einer Zusammenfassung der Befehle sowie den Status des sicheren Modus.
`Leerzeichen`	Aktualisiert umgehend das aktuelle Fenster.
`^L`	Löscht das aktuelle Fenster und entwirft es neu.
`f` oder `F`	Zeigt ein Fenster zum Hinzufügen oder Entfernen von Statistikspalten (Feldern) zum bzw. aus dem aktuellen Fenster.
`o` oder `O`	Zeigt ein Fenster zum Ändern der Reihenfolge von Statistikspalten des aktuellen Fensters.
`#`	Fordert den Benutzer zur Eingabe der anzuzeigenden Statistikzeilen auf. Werte über 0 überschreiben die automatische Bestimmung der Anzahl der anzuzeigenden Zeilen, die auf der Abmessung der Fenstergröße beruht. Wird diese Anzahl in einem der `resxtop`-Fenster (oder `esxtop`-Fenster) geändert, wirkt sich diese Änderung auf alle vier Fenster aus.
`s`	Fordert den Benutzer zur Eingabe der Verzögerung in Sekunden zwischen einzelnen Updates auf. Werte in Bruchzahlen werden bis auf die Mikrosekunde erkannt. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Der Mindestwert beträgt zwei Sekunden. Im sicheren Modus ist dieser Befehl nicht verfügbar.

Tabelle A-2. Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus (Fortsetzung)

Taste	Beschreibung
W	Schreibt die aktuellen Einstellungen in eine Konfigurationsdatei für esxtop (oder resxtop). Hierbei handelt es sich um die empfohlene Vorgehensweise zum Schreiben einer Konfigurationsdatei. Der Standarddateiname wird durch die Option **-c** vorgegeben, oder durch die Datei `~/.esxtop310rc`, wenn die Option–c nicht verwendet wird. In die durch den W-Befehl aufgerufenen Eingabeaufforderung können Sie auch einen anderen Dateinamen eingeben.
q	Beendet den interaktiven Modus.
c	Wechselt zum Fenster für die CPU-Ressourcennutzung.
m	Wechselt zum Fenster für die Arbeitsspeicher-Ressourcennutzung.
d	Wechselt zum Fenster für die Ressourcennutzung der Festplattenspeicheradapter.
u	Wechselt zum Fenster für die Ressourcennutzung der Festplattenspeichergeräte. Siehe „Speichergerätefenster“ auf Seite 222.
v	Wechselt zum Fenster für die Ressourcennutzung der Festplattenspeicher von virtuellen Maschinen. Siehe „Speicherfenster der virtuellen Maschine“ auf Seite 225.
n	Wechselt zum Fenster für die Netzwerkressourcennutzung.

Statistikspalten und die Seiten „Reihenfolge (Order)“

Bei Eingabe von f, F, o oder O zeigt das System eine Seite mit der festgelegten Feldreihenfolge in der oberen Zeile sowie kurze Beschreibungen des Feldinhalts an. Wenn es sich beim Buchstaben in der zu einem Feld gehörenden Feldzeichenfolge um einen Großbuchstaben handelt, wird das Feld angezeigt. Ein Sternchen vor der Feldbeschreibung weist darauf hin, ob ein Feld angezeigt wird.

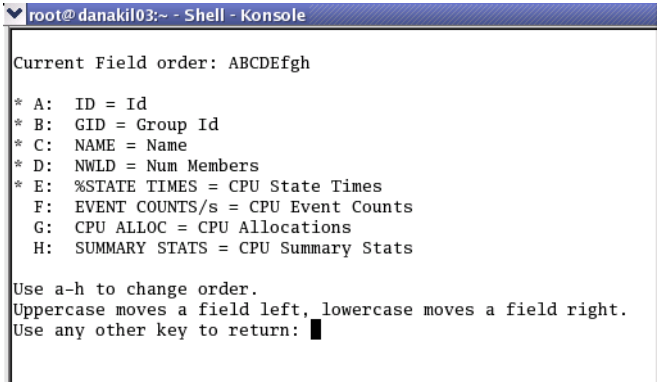
Die Reihenfolge der Felder entspricht der Reihenfolge der Buchstaben in der Zeichenfolge.

Folgende Aktionen sind im Fenster **Feldauswahl (Field Select)** möglich:

- Wechseln zwischen der Anzeige eines Feldes durch Eingabe des entsprechenden Buchstabens.
- Verschieben eines Feldes nach links durch Eingabe des entsprechenden Großbuchstabens.
- Verschieben eines Feldes nach rechts durch Eingabe des entsprechenden Kleinbuchstabens.

Abbildung A-1 zeigt die Änderung einer Feldreihenfolge.

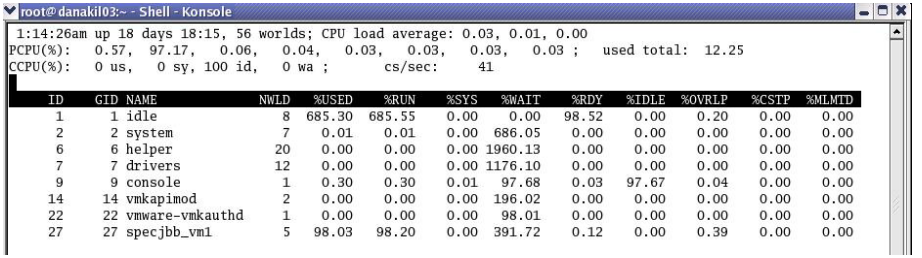
Abbildung A-1. Änderung der Feldreihenfolge


root@danakil03:~ - Shell - Konsole
Current Field order: ABCDEfgh
* A: ID = Id
* B: GID = Group Id
* C: NAME = Name
* D: NWLD = Num Members
* E: %STATE TIMES = CPU State Times
F: EVENT COUNTS/s = CPU Event Counts
G: CPU ALLOC = CPU Allocations
H: SUMMARY STATS = CPU Summary Stats
Use a-h to change order.
Uppercase moves a field left, lowercase moves a field right.
Use any other key to return:

CPU-Fenster

Im CPU-Fenster werden serverweite Statistiken sowie Nutzungsstatistiken einzelner Worlds, Ressourcenpools und CPUs virtueller Maschinen angezeigt. Ressourcenpools, gerade ausgeführte virtuelle Maschinen und andere Worlds werden zeitweise als Gruppen bezeichnet. Bei Worlds, die zu einer virtuellen Maschine gehören, werden die Statistiken der gerade ausgeführten virtuellen Maschine angezeigt. Alle anderen Worlds werden logisch in den Ressourcenpools zusammengefasst, in denen sie enthalten sind.

Abbildung A-2. CPU-Fenster



Die Anzeige kann mithilfe von Einzeltastenbefehlen geändert werden. Statistiken und Einzeltastenbefehle werden in Tabelle A-3 und Tabelle A-4 beschrieben.

Tabelle A-3. Statistiken im CPU-Fenster

Zeile	Beschreibung
PCPU(%)	Prozentsatz der CPU-Nutzung pro physischer CPU und Gesamtdurchschnittsnutzung der physischen CPU.
LCPU(%)	Prozentsatz der CPU-Nutzung pro logischer CPU. Die Prozentsätze der zu einem Paket gehörenden logischen CPUs ergeben zusammen 100 Prozent. Diese Zeile wird nur angezeigt, wenn Hyper-Threading vorhanden und aktiviert ist. Siehe „Hyper-Threading und ESX Server“ auf Seite 155.
CCPU(%)	Prozentsätze der CPU-Gesamtzeit gemäß ESX Server-Servicekonsole. ■ `us` – Prozentsatz der Benutzerzeit. ■ `sy` – Prozentsatz der Systemzeit. ■ `id` – Prozentsatz der Leerlaufzeit. ■ `wa` – Prozentsatz der Wartezeit. ■ `cs/sec` – Kontext wechselt pro Sekunde und wird über die Servicekonsole aufgezeichnet.
ID	Ressourcenpool-ID oder ID der virtuellen Maschine des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World oder World-ID der ausgeführten World.
GID	Ressourcenpool-ID des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World.
NAME	Name des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World oder Name der ausgeführten World.
NWLD	Anzahl an Mitgliedern des Ressourcenpools bzw. der virtuellen Maschine der ausgeführten World. Wird eine Gruppe mithilfe des interaktiven Befehls `e` erweitert (siehe interaktive Befehle), so beträgt NWLD-Wert für alle sich daraus ergebenden Worlds 1 (einige Ressourcenpools, z. B. der Konsolenressourcenpool, verfügen nur über ein Mitglied).
%STATE TIMES	CPU-Statistiken, die sich aus den folgenden Prozentsätzen zusammensetzen. Bei einer World entsprechen die Prozentsätze dem Prozentsatz einer physischen CPU.
%USED	Prozentsatz der physischen CPU, die durch den Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World genutzt wird.
%SYS	Prozentsatz der Zeit, die für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder World im ESX Server-VMKernel aufgewendet wurde, um Unterbrechungen zu verarbeiten und andere Systemaktivitäten durchzuführen. Diese Zeitangabe ist Teil der Zeit, die zur Berechnung des o. g. **%USED**-Werts herangezogen wird.

Tabelle A-3. Statistiken im CPU-Fenster (Fortsetzung)

Zeile	Beschreibung
%WAIT	Prozentsatz der Zeit, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World im Wartezustand verbracht hat. Dieser Prozentsatz schließt den Prozentsatz der Zeit ein, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World im Leerlauf verbracht hat.
%IDLE	Prozentsatz der Zeit, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World im Leerlauf verbracht hat. Bei der Subtraktion dieses Prozentsatzes vom o. g. **%WAIT**-Wert ergibt sich der Prozentsatz der Zeit, die der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World mit dem Warten auf ein Ereignis verbracht hat.
%RDY	Prozentsatz der Zeit, in der der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder World betriebsbereit war.
%MLMTD	Prozentsatz der Zeit, in der der ESX Server-VMKernel die Ressourcenpools, die virtuellen Maschine oder die World absichtlich nicht ausgeführt hat, um eine Verletzung der Grenzwerteinstellung des Ressourcenpools, der virtuellen Maschine oder der World zu vermeiden. Obwohl der Ressourcenpool, die virtuelle Maschine oder die World betriebsbereit sind, während ihre Ausführung derart unterbunden wird, ist die **%MLMTD**-Zeit nicht in der **%RDY**-Zeit enthalten.
EVENT COUNTS/s	Gruppe der CPU-Statistiken, die aus Ereignissen auf Sekundentaktbasis bestehen. Diese Statistiken sind lediglich für den Gebrauch innerhalb von VMware vorgesehen.
CPU ALLOC	Gruppe der CPU-Statistiken, die aus den folgenden Konfigurationsparametern für die CPU-Zuteilung bestehen.
AMIN	Attribut **Reservierung (Reservation)** für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder eine World. Siehe „Erstellen und Anpassen von Ressourcenpools“ auf Seite 27.
AMAX	Attribut **Grenzwert (Limit)** für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder eine World. Der Wert -1 steht für einen unbegrenzten Wert. Siehe „Erstellen und Anpassen von Ressourcenpools“ auf Seite 27.
ASHRS	Attribut **Anteile (Shares)** für einen Ressourcenpool, eine virtuelle Maschine oder eine World. Siehe „Erstellen und Anpassen von Ressourcenpools“ auf Seite 27.
SUMMARY STATS	Gruppe der CPU-Statistiken, die aus den folgenden CPU-Konfigurationsparametern und Statistiken bestehen. Diese Statistiken beziehen sich nur auf Worlds und nicht auf virtuelle Maschinen oder Ressourcenpools.
AFFINITY BIT MASK	Bit-Maske mit der aktuellen Planungsaffinität für die World. Siehe „Verwenden der CPU-Affinität für die Zuweisung virtueller Maschinen zu bestimmten Prozessoren“ auf Seite 150.

Tabelle A-3. Statistiken im CPU-Fenster (Fortsetzung)

Zeile	Beschreibung
HTSHARING	Aktuelle Hyper-Threading-Konfiguration. Siehe „Erweiterte Serverkonfiguration für Hyper-Threading“ auf Seite 156.
CPU	Physischer oder logischer Prozessor, auf dem die World ausgeführt wurde, als `resxtop` (oder `esxtop`) diese Information erhielt.
HTQ	Gibt an, ob sich die World derzeit in Quarantäne befindet oder nicht. **N** steht für „Nein“ und **Y** für „Ja“. Siehe „Unter Quarantäne stellen“ auf Seite 158.
TIMER/s	Zeitgebertakt für diese World.
%OVRLP	Prozentsatz der Systemzeit, die während der Planung eines Ressourcenpools, einer virtuellen Maschine oder World zugunsten eines anderen Ressourcenpools bzw. einer anderen virtuellen Maschine oder World verbracht wurde. Diese Zeit ist nicht in **%SYS** enthalten. Wird beispielsweise gerade eine virtuelle Maschine A geplant und ein Netzwerkpaket für eine virtuelle Maschine B durch den ESX Server-VMKernel verarbeitet, dann wird die hierfür aufgewendete Zeit bei der virtuellen Maschine A als **%OVRLP** und bei der virtuellen Maschine B als **%SYS** angezeigt.
%RUN	Prozentsatz der geplanten Gesamtzeit. Diese Zeit wird weder für Hyper-Threading noch für die Systemzeit berücksichtigt. Auf einem Server mit aktiviertem Hyper-Threading kann der Wert für **%RUN** doppelt so hoch sein wie der Wert für **%USED**.
%CSTP	Prozentsatz der Zeit, die ein Ressourcenpool in einem betriebsbereiten Zustand während einer Umplanung verbracht hat. (Hinweis: Diese Statistik wird möglicherweise angezeigt, ist aber nur für die Verwendung mit VMware vorgesehen).

Tabelle A-4. Einzeltastenbefehle im CPU-Fenster

Befehl	Beschreibung
e	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der CPU-Statistiken. Die erweiterte Anzeige enthält CPU-Ressourcennutzungsstatistiken, die in einzelne Worlds unterteilt sind, welche zu einem Ressourcenpool oder einer virtuellen Maschine gehören. Alle Prozentsätze für die einzelnen Worlds entsprechen dem Prozentsatz einer einzelnen physischen CPU. Betrachten Sie hierzu folgende Beispiele: ■ Wenn der von einem Ressourcenpool genutzte Prozentsatz **%USED** auf einem 2-Wege-Server 30 % beträgt, dann nutzt der Ressourcenpool 30 % von zwei physischen CPUs. ■ Wenn der von einer zu einem Ressourcenpool gehörenden World genutzte Prozentsatz **%USED** auf einem 2-Wege-Server 30 % beträgt, dann nutzt die World 30 % einer physischen CPU.
U	Sortiert Ressourcenpools, virtuelle Maschinen und Worlds nach der Spalte **%USED** des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine.
R	Sortiert Ressourcenpools, virtuelle Maschinen und Worlds nach der Spalte **%RDY** des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine.
N	Sortiert Ressourcenpools, virtuelle Maschinen und Worlds nach der Spalte **GID**. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
V	Zeigt ausschließlich Instanzen virtueller Maschinen an.

Arbeitsspeicherfenster

Im Arbeitsspeicherfenster werden serverweite und gruppenbezogene Nutzungsstatistiken zu Arbeitsspeichern angezeigt. Wie auch im CPU-Fenster, entsprechen die Gruppen Ressourcenpools, ausgeführten virtuellen Maschinen oder anderen Worlds, die Arbeitsspeicher verbrauchen. Weitere Informationen zur Unterscheidung von Maschinenarbeitsspeicher und physischem Arbeitsspeicher finden Sie unter „Arbeitsspeichervirtualisierung“ auf Seite 158.

Die erste Zeile, die sich oben im Arbeitsspeicherfenster (siehe Abbildung A-3) befindet, zeigt die aktuelle Zeit, die Zeit seit dem letzten Neustart sowie die Anzahl an derzeit ausgeführten Worlds und durchschnittliche Arbeitsspeicherüberbelegungen an. Es werden die durchschnittlichen Arbeitsspeicherüberbelegungen der letzten Minute, der letzten fünf Minuten und der letzten fünfzehn Minuten angezeigt. Eine Arbeitsspeicherüberbelegung von 1,00 entspricht einer Arbeitsspeicherüberbelegung von 100 %. Siehe „Mehrfachvergabe von Arbeitsspeicher“ auf Seite 47.

Abbildung A-3. Arbeitsspeicherfenster

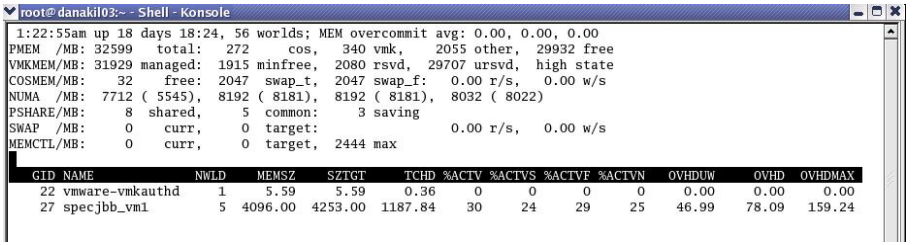

root@danakil03:~ - Shell - Konsole
1:22:55am up 18 days 18:24, 56 worlds; MEM overcommit avg: 0.00, 0.00, 0.00
PMEM /MB: 32599 total: 272 cos, 340 vmk, 2055 other, 29932 free
VMKMEM/MB: 31929 managed: 1915 minfree, 2080 rsvd, 29707 ursvd, high state
COSMEM/MB: 32 free: 2047 swap_t, 2047 swap_f: 0.00 r/s, 0.00 w/s
NUMA /MB: 7712 (5545), 8192 (8181), 8192 (8181), 8032 (8022)
PSHARE/MB: 8 shared, 5 common: 3 saving
SWAP /MB: 0 curr, 0 target: 0.00 r/s, 0.00 w/s
MEMCTL/MB: 0 curr, 0 target, 2444 max
GID NAME NWLD MEMSZ SZTGT TCHD %ACTV %ACTVS %ACTVF %ACTVN OVHDUW OVHD OVHDMAX
22 vmware-vmkauthd 1 5.59 5.59 0.36 0 0 0 0 0.00 0.00 0.00
27 specjbb_vm1 5 4096.00 4253.00 1187.84 30 24 29 25 46.99 78.09 159.24

Tabelle A-5. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster

Feld	Beschreibung
PMEM (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicherstatistik der Maschine für den Server an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. ■ total – Gesamter Arbeitsspeicher der Maschine im Server. ■ cos – Arbeitsspeicher der Maschine, der der ESX Server-Servicekonsole zugeteilt ist. ■ vmk – Arbeitsspeicher der Maschine, der durch den ESX Server-VMKernel genutzt wird. ■ other – Arbeitsspeicher der Maschine, der durch anderweitige Bereiche, außer der ESX Server-Servicekonsole (nur bei ESX Server 3) und dem ESX Server-VMKernel, genutzt wird. ■ free – Freier Arbeitsspeicher der Maschine.
VMKMEM (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicherstatistik für den ESX Server-VMkernel. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. ■ managed – Gesamter Arbeitsspeicher der Maschine, der durch den ESX Server-VMkernel verwaltet wird. ■ min free – Mindestarbeitsspeicher der Maschine, den der ESX Server-VMkernel versucht freizuhalten. ■ rsvd – Gesamter Arbeitsspeicher der Maschine, der derzeit durch Ressourcenpools reserviert ist. ■ ursvd – Gesamter Arbeitsspeicher der Maschine, der derzeit nicht reserviert ist. ■ state – Aktueller Verfügbarkeitsstatus des Maschinenarbeitsspeichers. Mögliche Werte sind **Hoch (High)**, **Soft**, **Hard** und **Gering (Low)**. **Hoch (High)** bedeutet, dass der Maschinenspeicher eine hohe Verfügbarkeit aufweist; **Gering (Low)** hingegen bedeutet das Gegenteil.

Tabelle A-5. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
COSMEM (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicherstatistik gemäß ESX Server-Servicekonsole (gilt nur für ESX Server 3). Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. ■ free – Größe des Arbeitsspeichers im Leerlauf. ■ swap_t – Konfigurierte Gesamtgröße des Auslagerungsspeichers. ■ swap_f – Größe des freien Auslagerungsspeichers. ■ r/s – Takt, in dem Arbeitsspeicher von der Festplatte eingelagert wird. ■ w/s – Takt, in dem Arbeitsspeicher auf die Festplatte ausgelagert wird.
NUMA (MB)	Zeigt die ESX Server-NUMA-Statistik an. Diese Zeile wird nur angezeigt, wenn der ESX Server-Host auf einem NUMA-Server ausgeführt wird. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. Für jeden NUMA-Knoten des Servers werden zwei Statistiken angezeigt: ■ Der gesamte Arbeitsspeicher der Maschine im NUMA-Knoten, der durch ESX Server verwaltet wird. ■ Der derzeit freie Arbeitsspeicher der Maschine im Knoten (in Klammern).
PSHARE (MB)	Zeigt die ESX Server-Statistik für gemeinsame Seitennutzung an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. ■ shared – Physischer Arbeitsspeicher, der gemeinsam genutzt wird. ■ common – Arbeitsspeicher der Maschine, der gemeinsam von mehreren Worlds genutzt wird. ■ saving – Arbeitsspeicher der Maschine, der durch gemeinsame Seitennutzung eingespart wird.
SWAP (MB)	Zeigt die ESX Server-Statistik für die Nutzung des Auslagerungsspeichers an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. ■ curr – Aktuelle Nutzung des Auslagerungsspeichers. ■ target – Vom ESX Server-System vorgesehene Nutzung des Auslagerungsspeichers. ■ r/s – Takt, in dem das ESX Server-System Arbeitsspeicher von der Festplatte einlagert. ■ w/s – Takt, in dem das ESX Server-System Arbeitsspeicher auf die Festplatte auslagert. Hintergrundinformationen finden Sie in „Auslagerung“ auf Seite 169.

Tabelle A-5. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
MEMCTL (MB)	Zeigt die Arbeitsspeicher-Balloon-Statistik an. Alle Zahlen sind in Megabyte angegeben. ■ curr – Physischer Gesamtarbeitsspeicher, der über das Modul `vmmemctl` abgerufen wird. ■ target – Physischer Gesamtarbeitsspeicher, den der ESX Server-Host versucht, über das Modul `vmmemctl` abzurufen. ■ max – Maximaler physischer Arbeitsspeicher, den der ESX Server-Host über das Modul `vmmemctl` abrufen kann. Siehe „Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber(vmmemctl)“ auf Seite 167.
AMIN	Arbeitsspeicherreservierung für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Siehe „Reservierung“ auf Seite 23.
AMAX	Grenzwert des Arbeitsspeichers für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Der Wert -1 steht für einen unbegrenzten Wert. Siehe „Grenzwert“ auf Seite 23.
ASHRS	Arbeitsspeicheranteile für diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine. Siehe „Anteile“ auf Seite 22.
NHN	Aktueller Stammknoten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme. Falls die virtuelle Maschine über keinen Stammknoten verfügt, wird ein Strich (-) angezeigt.
NRMEM (MB)	Derzeit zugewiesener Remotearbeitsspeicher der virtuellen Maschine oder des Ressourcenpools. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme. Siehe „VMware NUMA-Optimierungsalgorithmen“ auf Seite 184.
N%L	Derzeitiger Prozentsatz des zugewiesenen lokalen Arbeitsspeichers der virtuellen Maschine oder des Ressourcenpools.
MEMSZ (MB)	Zugeteilter physischer Arbeitsspeicher einer virtuellen Maschine oder eines Ressourcenpools.
SZTGT (MB)	Arbeitsspeicher der Maschine, den der ESX Server-VMkernel für die Zuteilung zu einem Ressourcenpool oder einer virtuellen Maschine vorsieht.
TCHD (MB)	Working Set-Schätzwert für den Ressourcenpool oder die virtuelle Maschine. Siehe „Arbeitsspeicherzuteilung und Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher“ auf Seite 164.
%ACTV	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Dieser Wert ist unmittelbar.
%ACTVS	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Es handelt sich um einen Durchschnittswert mit langsamer Änderungsrate.
%ACTVF	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Es handelt sich um einen Durchschnittswert mit schneller Änderungsrate.

Tabelle A-5. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
%ACTVN	Prozentsatz des physischen Gastsarbeitsspeichers, der durch den Gast referenziert wird. Hierbei handelt es sich um einen Schätzwert. (Diese Statistik wird möglicherweise angezeigt, ist aber nur für die Verwendung mit VMware vorgesehen).
MCTL?	Hinweis, ob Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber installiert ist, oder nicht. **N** steht für „Nein“ und **Y** für „Ja“.
MCTLSZ (MB)	Physischer Arbeitsspeicher, der vom Ressourcenpool über das Balloon-Verfahren abgerufen wird.
MCTLTGT (MB)	Physischer Arbeitsspeicher, den das ESX Server-System über das Balloon-Verfahren vom Ressourcenpool oder der virtuellen Maschine abrufen kann.
MCTLMAX (MB)	Maximaler physischer Arbeitsspeicher, den das ESX Server-System über das Balloon-Verfahren vom Ressourcenpool oder der virtuellen Maschine abrufen kann. Dieser Höchstwert hängt vom Gastbetriebssystemtyp ab.
SWCUR (MB)	Aktuelle Nutzung des Auslagerungsspeichers durch diesen Ressourcenpool oder diese virtuelle Maschine.
SWTGT (MB)	Zielwert, den der ESX Server-Host für die Nutzung des Auslagerungsspeichers durch den Ressourcenpool oder die virtuelle Maschine vorsieht.
SWR/s (MB)	Takt, in dem der ESX Server-Host Arbeitsspeicher für den Ressourcenpool oder die virtuelle Maschine von der Festplatte einlagert.
SWW/s (MB)	Takt, in dem der ESX Server-Host Arbeitsspeicher des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine auf die Festplatte auslagert.
CPTRD (MB)	Gelesene Datenmenge der Prüfpunktdatei.
CPTTGT (MB)	Größe der Prüfpunktdatei.
ZERO (MB)	Physische Seiten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine, die mit Nullen gesetzt sind.
SHRD (MB)	Physische Seiten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine, die gemeinsam genutzt werden.
SHRDSVD (MB)	Maschinenseiten, die aufgrund gemeinsam genutzter Seiten des Ressourcenpools oder der virtuellen Maschine eingespart werden konnten.
OVHD (MB)	Aktueller Speicherplatz-Overhead des Ressourcenpools. Siehe „Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead“ auf Seite 162.
OVHDMAX (MB)	Maximaler Speicherplatz-Overhead, der durch Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen übernommen werden kann. Siehe „Grundlegendes zum Arbeitsspeicher-Overhead“ auf Seite 162.

Tabelle A-5. Statistiken im Arbeitsspeicherfenster (Fortsetzung)

Feld	Beschreibung
OVHDUW (MB)	Aktueller Speicherplatz-Overhead für die World eines Benutzers. (Diese Statistik wird möglicherweise angezeigt, ist aber nur für die Verwendung mit VMware vorgesehen).
GST_NDx (MB)	Für einen Ressourcenpool auf NUMA-Knoten *x* zugeteilter Gastarbeitsspeicher. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme.
OVD_NDx (MB)	Für einen Ressourcenpool auf NUMA-Knoten *x* zugeteilter VMM-Overhead-Arbeitsspeicher. Diese Statistik betrifft ausschließlich NUMA-Systeme.

Tabelle A-6. Interaktive Befehle im Arbeitsspeicherfenster

Befehl	Beschreibung
M	Sortiert Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen nach der Spalte **Group Mapped**.
B	Sortiert Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen nach der Spalte **Group Memctl**.
N	Sortiert Ressourcenpools oder virtuelle Maschinen nach der Spalte **GID**. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.
V	Zeigt ausschließlich Instanzen virtueller Maschinen an.

Speicherfenster

In drei Speicherfenstern werden serverweite Speichernutzungsstatistiken angezeigt.

In diesem Abschnitt werden die drei Speicherfenster beschrieben:

- „Speicheradapterfenster“ auf Seite 218
- „Speichergerätefenster“ auf Seite 222
- „Speicherfenster der virtuellen Maschine“ auf Seite 225

Speicheradapterfenster

Im Speicheradapterfenster werden die in Abbildung A-4 gezeigten Informationen angezeigt. Die Statistiken sind standardmäßig pro Speicheradapter zusammengefasst.

Statistiken können auch pro Speicherkanal, Ziel, LUN oder World angezeigt werden, die eine LUN verwenden.

Abbildung A-4. Speicheradapterfenster

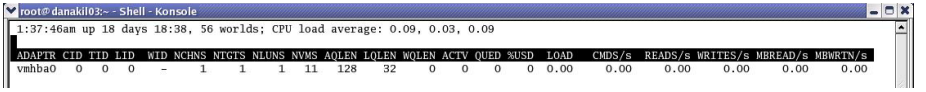

root@ danakil03:~ - Shell - Konsole
1:37:46am up 18 days 18:38, 56 worlds; CPU load average: 0.09, 0.03, 0.09
ADAPTR CID TID LID WID NCHNS NTGTS NLUNS NVMS AQLEN LQLEN WQLEN ACTV QUED %USD LOAD CMDS/s READS/s WRITES/s MBREAD/s MBWRTN/s
vmhba0 0 0 0 - 1 1 1 11 128 32 0 0 0 0 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Tabelle A-7. Statistiken im Speicheradapterfenster

Spalte	Beschreibung
ADAPTR	Name des Speicheradapters.
CID	Kanal-ID des Speicheradapters. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl `e` unten.
TID	Ziel-ID des Speicheradapterkanals. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter und Kanal erweitert sind. Siehe hierzu die interaktiven Befehle `e` und `a` unten.
LID	Ziel-LUN-ID des Speicheradapterkanals. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter und Kanal sowie das zugehörige Ziel erweitert sind. Siehe hierzu die interaktiven Befehle `e`, `a` und `t` unten.
WID	Ziel-LUN-World-ID des Speicheradapterkanals. Diese ID ist nur sichtbar, wenn der zugehörige Adapter und Kanal sowie das zugehörige Ziel und die LUN erweitert sind. Siehe hierzu die interaktiven Befehle `e`, `a`, `t` und `l` unten.
NCHNS	Anzahl an Kanälen.
NTGTS	Anzahl an Zielen.
NLUNS	Anzahl an LUNs.
NVMS	Anzahl an Worlds.
SHARES	Anzahl an Anteilen.
BLKSZ	Blockgröße in Byte. Diese Statistik betrifft ausschließlich LUNs.
AQLEN	Warteschlangentiefe des Speicheradapters. Höchstanzahl an aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels, die der Adaptertreiber per Konfiguration unterstützt.
LQLEN	Warteschlangentiefe der LUN. Anzahl an aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels, die für die LUN höchstens vorhanden sein darf.
WQLEN	Warteschlangentiefe der World. Anzahl an aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels, die für die World höchstens vorhanden sein darf. Dies ist ein LUN-basierter Höchstwert für die World.
%USD	Prozentsatz der Warteschlangentiefe (von Adapter, LUN oder World), die durch aktive Befehle des ESX Server-VMkernels verwendet wird.

Tabelle A-7. Statistiken im Speicheradapterfenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
LOAD	Verhältnis der aktiven Befehle des ESX Server-VMkernels zuzüglich der in der Warteschlange befindlichen Befehle des ESX Server-VMkernels zur Warteschlangentiefe (von Adapter, LUN oder World).
ACTV	Anzahl an derzeit aktiven Befehlen im ESX Server-VMkernel.
QUED	Aktuelle Anzahl an Befehlen des ESX Server-VMkernels in der Warteschlange.
CMDS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Befehlen.
READS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Lesebefehlen.
WRITES/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Schreibbefehlen.
MBREAD/s	Pro Sekunde gelesene Megabyte.
MBWRTN/s	Pro Sekunde geschriebene Megabyte.
DAVG/cmd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Befehl, in Millisekunden.
KAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Befehl, in Millisekunden.
GAVG/cmd	Durchschnittliche Betriebssystemlatenz der virtuellen Maschine pro Befehl, in Millisekunden.
DAVG/rd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
KAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Lesevorgang, in Millisekunden.
GAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Lesevorgang, in Millisekunden.
DAVG/wr	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
KAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
GAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
QAVG/cmd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Befehl, in Millisekunden.
QAVG/rd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
QAVG/wr	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
ABRTS/s	Anzahl an pro Sekunde abgebrochenen Befehlen.
RESETS/s	Anzahl an pro Sekunde zurückgesetzten Befehlen.
PAECMD/s	Anzahl an PAE-Befehlen (Physical Address Extension) pro Sekunde.
PAECP/s	Anzahl an PAE-Kopien pro Sekunde.

Tabelle A-7. Statistiken im Speicheradapterfenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
SPLTCMD/s	Anzahl an split-Befehlen pro Sekunde.
SPLTCP/s	Anzahl an split-Kopien pro Sekunde.

Tabelle A-8. Interaktive Befehle im Speicheradapterfenster

Befehl	Beschreibung
e	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicheradapterstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Ziele eines erweiterten Speicheradapters unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Adapternamens aufgefordert.
E	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicheradapterstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in Worlds eines erweiterten Speicheradapters unterteilt sind. Geht nicht in die Adapterstatistiken ein. Der Benutzer wird zur Eingabe des Adapternamens aufgefordert.
P	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicheradapterstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in Pfade eines erweiterten Speicheradapters unterteilt sind. Geht nicht in die Adapterstatistiken ein. Der Benutzer wird zur Eingabe des Adapternamens aufgefordert.
a	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicherkanalstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Ziele eines erweiterten Speicherkanals unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe von Adaptername und Kanal-ID aufgefordert. Der Kanaladapter muss zunächst erweitert werden, damit der Kanal selbst erweitert werden kann.
t	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige der Speicherzielstatistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in Pfade eines erweiterten Speicherziels unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe von Adaptername, Kanal-ID und Ziel-ID aufgefordert. Der Zielkanal und der Adapter müssen zunächst erweitert werden, damit das Ziel selbst erweitert werden kann.
l	Wechselt zwischen der erweiterten und nicht erweiterten Anzeige des Pfads. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die über einen erweiterten Speicherpfad in einzelne Worlds unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe von Adaptername, Kanal-ID, Ziel-ID und LUN-ID aufgefordert. Das Pfadziel, der Kanal und der Adapter müssen zunächst erweitert werden, damit der Pfad selbst erweitert werden kann.
r	Sortiert nach der Spalte **Reads**.
w	Sortiert nach der Spalte **Writes**.

Tabelle A-8. Interaktive Befehle im Speicheradapterfenster (Fortsetzung)

Befehl	Beschreibung
R	Sortiert nach der Spalte **MB read**.
T	Sortiert nach der Spalte **MB written**.
N	Sortiert zuerst nach der Spalte **ADAPTR**, dann nach der Spalte **CID** für jeden Wert **ADAPTR**, anschließend nach der Spalte **TID** für jeden Wert **CID**, anschließend nach der Spalte **LID** für jeden Wert **TID** und schließlich nach der Spalte **WID** für jeden Wert **LID**. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.

Speichergerätefenster

Im Speichergerätefenster werden serverweite Speichernutzungsstatistiken angezeigt. Die Informationen werden standardmäßig pro Speichergerät gruppiert. Darüber hinaus können Sie die Statistiken pro Pfad, World oder Partition gruppieren.

Abbildung A-5. Speichergerätefenster

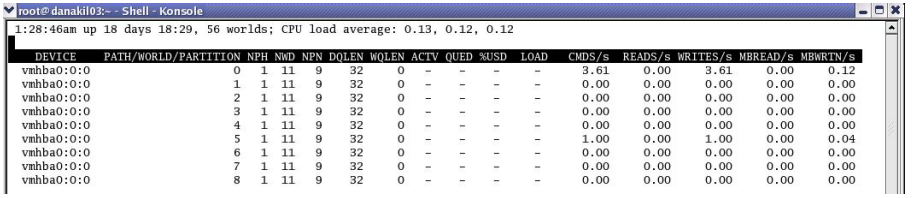


Tabelle A-9. Statistiken im Speichergerätefenster

Spalte	Beschreibung
DEVICE	Name des Speichergeräts.
PATH	Pfadname. Dieser Name ist nur sichtbar, wenn das zugehörige Gerät auf Pfade erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl p unten.
WORLD	World-ID. Diese ID ist nur sichtbar, wenn das zugehörige Gerät auf Worlds erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl **e** unten. Die World-Statistiken werden pro World und pro Gerät angezeigt.
PARTITION	Partitions-ID. Diese ID ist nur sichtbar, wenn das zugehörige Gerät auf Partitionen erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl **t** unten.
NPH	Anzahl an Pfaden.
NWD	Anzahl an Worlds.
NPN	Anzahl an Partitionen.
SHARES	Anzahl an Anteilen. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds.

Tabelle A-9. Statistiken im Speichergerätefenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
BLKSZ	Blockgröße in Byte.
NUMBLKS	Anzahl an Blöcken des Geräts.
DQLEN	Warteschlangentiefe des Speichergeräts. Die Höchstanzahl an aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels, die das Gerät per Konfiguration unterstützt.
WQLEN	Warteschlangentiefe der World. Die zulässige Höchstanzahl an verfügbaren, aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels für die World. Dieser Höchstwert für die World versteht sich pro Gerät. Er gilt nur, wenn das zugehörige Gerät auf Worlds erweitert ist.
ACTV	Anzahl an derzeit aktiven Befehlen im ESX Server-VMkernel. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
QUED	Aktuelle Anzahl an Befehlen des ESX Server-VMkernels in der Warteschlange. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
%USD	Prozentsatz der Warteschlangentiefe, die durch aktive Befehle des ESX Server-VMkernels verwendet wird. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
LOAD	Verhältnis der aktiven Befehle des ESX Server-VMkernels zuzüglich der in der Warteschlange befindlichen Befehle des ESX Server-VMkernels zur Warteschlangentiefe. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
CMDS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Befehlen.
READS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Lesebefehlen.
WRITES/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Schreibbefehlen.
MBREAD/s	Pro Sekunde gelesene Megabyte.
MBWRTN/s	Pro Sekunde geschriebene Megabyte.
DAVG/cmd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Befehl, in Millisekunden.
KAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Befehl, in Millisekunden.
GAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Befehl, in Millisekunden.
QAVG/cmd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Befehl, in Millisekunden.
DAVG/rd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
KAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Lesevorgang, in Millisekunden.

Tabelle A-9. Statistiken im Speichergerätefenster (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
GAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Lesevorgang, in Millisekunden.
QAVG/rd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
DAVG/wr	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
KAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
GAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
QAVG/wr	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
ABRTS/s	Anzahl an pro Sekunde abgebrochenen Befehlen.
RESETS/s	Anzahl an pro Sekunde zurückgesetzten Befehlen.
PAECMD/s	Anzahl an PAE-Befehlen pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.
PAECP/s	Anzahl an PAE-Kopien pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.
SPLTCMD/s	Anzahl an split-Befehlen pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.
SPLTCP/s	Anzahl an split-Kopien pro Sekunde. Diese Statistik betrifft ausschließlich Pfade.

Tabelle A-10. Interaktive Befehle im Speichergerätefenster

Befehl	Beschreibung
`e`	Erweitern oder Ausblenden der Speicher-World-Statistiken. Dieser Befehl ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Worlds eines erweiterten Speichergeräts unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Gerätenamens aufgefordert. Die Statistiken werden pro World und pro Gerät angezeigt.
`p`	Erweitern oder Ausblenden der Speicherpfadstatistiken. Dieser Befehl ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Pfade eines erweiterten Speichergeräts unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Gerätenamens aufgefordert.
`t`	Erweitern oder Ausblenden der Speicherpartitionsstatistiken. Dieser Befehl ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Partitionen eines erweiterten Speichergeräts unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe des Gerätenamens aufgefordert.

Tabelle A-10. Interaktive Befehle im Speichergerätefenster (Fortsetzung)

Befehl	Beschreibung
r	Sortiert nach der Spalte **READS/s**.
w	Sortiert nach der Spalte **WRITES/s**.
R	Sortiert nach der Spalte **MBREAD/s**.
T	Sortiert nach der Spalte **MBWRTN**.
N	Sortiert zuerst nach der Spalte **DEVICE**, anschließend nach der Spalte **PATH, WORLD** und zuletzt nach der Spalte **PARTITION**. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.

Speicherfenster der virtuellen Maschine

In diesem Fenster werden Speicherstatistiken angezeigt, in deren Mittelpunkt virtuelle Maschinen stehen. Die Statistiken werden standardmäßig pro Ressourcenpool zusammengefasst. Eine virtuelle Maschine verfügt über einen zugehörigen Ressourcenpool. Auf diese Weise lassen sich im Fenster tatsächlich die Statistiken für einzelne virtuelle Maschinen anzeigen. Darüber hinaus können Sie die Statistiken pro World oder pro World und Gerät anzeigen.

Abbildung A-6. Speicherfenster der virtuellen Maschine

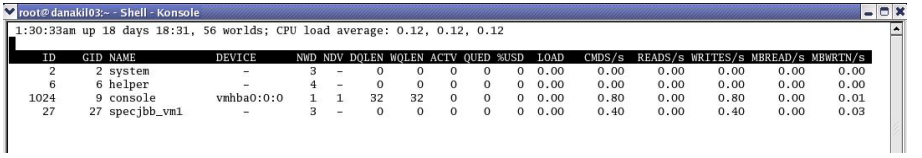

root@danakil03:~ - Shell - Konsole
1:30:33am up 18 days 18:31, 56 worlds; CPU load average: 0.12, 0.12, 0.12
ID GID NAME DEVICE NWD NDV DQLEN WQLEN ACTV QUED %USD LOAD CMDS/s READS/s WRITES/s MBREAD/s MBWRTN/s
2 2 system - 3 - 0 0 0 0 0 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
6 6 helper - 4 - 0 0 0 0 0 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1024 9 console vmhba0:0:0 1 1 32 32 0 0 0 0.00 0.80 0.00 0.80 0.00 0.01
27 27 specjbb_vm1 - 3 - 0 0 0 0 0 0.00 0.40 0.00 0.40 0.00 0.03

Tabelle A-11. Statistiken im Speicherfenster virtueller Maschinen

Spalte	Beschreibung
ID	Ressourcenpool-ID des Ressourcenpools der ausgeführten World oder World-ID der ausgeführten World.
GID	Ressourcenpool-ID des Ressourcenpools der ausgeführten World.
NAME	Name des Ressourcenpools der ausgeführten World oder Name der ausgeführten World.
Device	Name des Speichergeräts. Dieser Name ist nur sichtbar, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist. Siehe hierzu den interaktiven Befehl **i** unten.
NWD	Anzahl an Worlds.
NDV	Anzahl an Geräten. Diese Anzahl gilt nur, wenn der zugehörige Ressourcenpool auf Worlds erweitert ist.

Tabelle A-11. Statistiken im Speicherfenster virtueller Maschinen (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
SHARES	Anzahl an Anteilen. Diese Statistik betrifft ausschließlich Worlds. Sie gilt nur, wenn der zugehörige Ressourcenpool auf Worlds erweitert ist.
BLKSZ	Blockgröße in Byte. Dieser Wert gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist.
NUMBLKS	Anzahl an Blöcken des Geräts. Dieser Wert gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist.
DQLEN	Warteschlangentiefe des Speichergeräts. Die Höchstanzahl an aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels, die das Gerät per Konfiguration unterstützt. Die angezeigte Anzahl gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist.
WQLEN	Warteschlangentiefe der World. Diese Spalte zeigt die zulässige Höchstanzahl an verfügbaren, aktiven Befehlen des ESX Server-VMkernels für die World. Die Anzahl gilt nur, wenn die zugehörige World auf Geräte erweitert ist. Dieser Höchstwert für die World versteht sich pro Gerät.
ACTV	Anzahl an derzeit aktiven Befehlen im ESX Server-VMkernel. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
QUED	Aktuelle Anzahl an Befehlen des ESX Server-VMkernels in der Warteschlange. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
%USD	Prozentsatz der Warteschlangentiefe, die durch aktive Befehle des ESX Server-VMkernels verwendet wird. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
LOAD	Verhältnis der aktiven Befehle des ESX Server-VMkernels zuzüglich der in der Warteschlange befindlichen Befehle des ESX Server-VMkernels zur Warteschlangentiefe. Diese Anzahl betrifft ausschließlich Worlds und Geräte.
CMDS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Befehlen.
READS/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Lesebefehlen.
WRITES/s	Anzahl an pro Sekunde ausgegebenen Schreibbefehlen.
MBREAD/s	Pro Sekunde gelesene Megabyte.
MBWRTN/s	Pro Sekunde geschriebene Megabyte.
DAVG/cmd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Befehl, in Millisekunden.
KAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Befehl, in Millisekunden.
GAVG/cmd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Befehl, in Millisekunden.
QAVG/cmd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Befehl, in Millisekunden.

Tabelle A-11. Statistiken im Speicherfenster virtueller Maschinen (Fortsetzung)

Spalte	Beschreibung
DAVG/rd	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
KAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Lesevorgang, in Millisekunden.
GAVG/rd	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Lesevorgang, in Millisekunden.
QAVG/rd	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Lesevorgang, in Millisekunden.
DAVG/wr	Durchschnittliche Gerätelatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
KAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des ESX Server-VMkernels pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
GAVG/wr	Durchschnittliche Latenz des Gastbetriebssystems pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
QAVG/wr	Durchschnittliche Warteschlangenlatenz pro Schreibvorgang, in Millisekunden.
ABRTS/s	Anzahl an pro Sekunde abgebrochenen Befehle, in Millisekunden.
RESETS/s	Anzahl an pro Sekunde zurückgesetzten Befehle, in Millisekunden.

Tabelle A-12. Interaktive Befehle im Speicherfenster virtueller Maschinen

Befehl	Beschreibung
`e`	Erweitern oder Ausblenden der Speicher-World-Statistiken. Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Worlds einer Gruppe unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe der Gruppen-ID aufgefordert. Die Statistiken werden pro World angezeigt.
`l`	Erweitern oder Ausblenden der Statistiken des Speichergeräts (LUN). Ermöglicht die Anzeige von Nutzungsstatistiken zu Speicherressourcen, die in einzelne Geräte einer erweiterten World unterteilt sind. Der Benutzer wird zur Eingabe der World-ID aufgefordert.
`V`	Zeigt ausschließlich Instanzen virtueller Maschinen an.
`r`	Sortiert nach der Spalte **READS/s**.
`w`	Sortiert nach der Spalte **WRITES/s**.
`R`	Sortiert nach der Spalte **MBREAD/s**.
`T`	Sortiert nach der Spalte **MBWRTN/s**.
`N`	Sortiert zuerst nach der Spalte mit den virtuellen Maschinen und anschließend nach der Spalte **WORLD**. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.

Netzwerkfenster

Das in Abbildung A-7 gezeigte Fenster enthält serverweite Netzwerknutzungsstatistiken. Die Statistiken sind für jedes konfigurierte virtuellen Netzwerkgerät pro Port angeordnet. Statistiken zu physischen Netzwerkadaptern finden Sie in der Zeile für den Port, mit dem der physische Netzwerkadapter verbunden ist. Statistiken zu einem, in einer bestimmten virtuellen Maschine konfigurierten, virtuellen Netzwerkadapter finden Sie in der Zeile für den Port, mit dem der virtuelle Netzwerkadapter verbunden ist.

Abbildung A-7. Netzwerkfenster

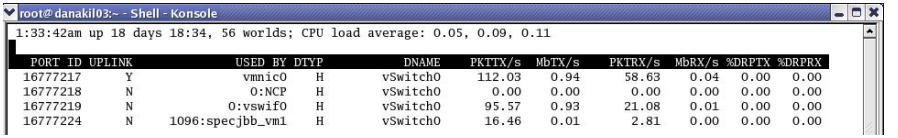

root@danakil03:~ - Shell - Konsole
1:33:42am up 18 days 18:34, 56 worlds; CPU load average: 0.05, 0.09, 0.11
PORT ID UPLINK USED BY DTYP DNAME PKTTX/s MbTX/s PKTRX/s MbRX/s %DRPTX %DRPRX
16777217 Y vmnic0 H vSwitch0 112.03 0.94 58.63 0.04 0.00 0.00
16777218 N 0:NCP H vSwitch0 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
16777219 N 0:vswif0 H vSwitch0 95.57 0.93 21.08 0.01 0.00 0.00
16777224 N 1096:specjbb_vm1 H vSwitch0 16.46 0.01 2.81 0.00 0.00 0.00

Tabelle A-13. Statistiken im Netzwerkfenster

Spalte	Beschreibung
PORT	Port-ID des virtuellen Netzwerkgeräts.
UPLINK	**Y** bedeutet, dass der zugehörige Port ein Uplink ist. **N** bedeutet, dass er kein Uplink ist.
UP	**Y** bedeutet, dass die zugehörige Verbindung aktiv ist. **N** bedeutet, dass sie nicht aktiv ist.
SPEED	Verbindungsgeschwindigkeit in Megabit pro Sekunde.
FDUPLX	**Y** bedeutet, dass die zugehörige Verbindung im Vollduplexmodus arbeitet. **N** bedeutet, dass nicht im Vollduplexmodus ist.
USED	Portbenutzer des virtuellen Netzwerkgeräts.
DTYP	Typ des virtuellen Netzwerkgeräts. **H** steht für HUB und **S** für Switch.
DNAME	Name des virtuellen Netzwerkgeräts.
PKTTX/s	Anzahl an pro Sekunde übertragenen Paketen.
PKTRX/s	Anzahl an pro Sekunde empfangenen Paketen.
MbTX/s	Pro Sekunde übertragene Megabit.
MbRX/s	Pro Sekunde empfangene Megabit.
%DRPTX	Prozentsatz an verlorenen Übertragungspaketen.
%DRPRX	Prozentsatz an verlorenen Empfangspaketen.

Tabelle A-14. Interaktive Befehle im Netzwerkfenster

Befehl	Beschreibung
T	Sortiert nach der Spalte **Mb Tx**.
R	Sortiert nach der Spalte **Mb Rx**.
t	Sortiert nach der Spalte **Packets Tx**.
r	Sortiert nach der Spalte **Packets Rx**.
N	Sortiert nach der Spalte **PORT ID**. Dies ist die Standardeinstellung für die Sortierreihenfolge.

Verwenden der Dienstprogramme im Batch-Modus

Mithilfe des Batch-Modus können Sie Ressourcennutzungsstatistiken in einer Datei erfassen und speichern. Für die Ausführung im Batch-Modus sind einige vorbereitende Schritte erforderlich.

So bereiten Sie das Ausführen von „resxtop“ oder „esxtop“ im Batch-Modus vor

1 Führen Sie `resxtop` (oder `esxtop`) im interaktiven Modus aus.

2 Aktivieren Sie in jedem Fenster die gewünschten Spalten.

3 Speichern Sie diese Konfiguration mit dem interaktiven Befehl *W* in einer Datei (standardmäßig in der Datei`~/.esxtop310rc`).

So führen Sie „resxtop“ oder „esxtop“ im Batch-Modus aus

1 Starten Sie `resxtop` (oder `esxtop`), um die Ausgabe in eine Datei umzuleiten. Beispiel:

```
esxtop –b > my_file.csv
```

Der Dateiname muss über die Erweiterung `.csv` verfügen. Diese ist zwar für das Dienstprogramm selbst nicht zwingend erforderlich, jedoch für die nachverarbeitenden Tools.

2 Die im Batch-Modus erfassten Statistiken können mithilfe von Tools, wie z. B. Microsoft Excel und Perfmon, verarbeitet werden.

Im Batch-Modus akzeptiert `resxtop` (oder `esxtop`) keine interaktiven Befehle. Das Dienstprogramm wird solange im Batch-Modus ausgeführt, bis die Anzahl an angeforderten Wiederholungen erreicht wurde (weitere Informationen finden Sie unten in der Befehlszeilenoption `n`) oder der Vorgang durch Drücken der Tastenkombination Strg+C abgebrochen wird.

Im Batch-Modus stehen die in Tabelle A-15 aufgeführten Befehlszeilenoptionen zur Verfügung.

Tabelle A-15. Befehlszeilenoptionen im Batch-Modus

Option	Beschreibung
`a`	Zeigt alle Statistiken an. Diese Option setzt die Einstellungen der Konfigurationsdateien außer Kraft und zeigt alle Statistiken an. Bei der Konfigurationsdatei kann es sich um die Standardkonfigurationsdatei `~/.esxtop310rc` oder eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei handeln.
`b`	Führt `resxtop` (oder `esxtop`) im Batch-Modus aus.
`c <Dateiname>`	Lädt eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei. Wenn die Option `–c` nicht verwendet wird, lautet der Name der Standardkonfigurationsdatei **~/.esxtop310rc**. Erstellen Sie mithilfe des interaktiven Einzeltastenbefehls `W` eine eigene Konfigurationsdatei, indem Sie einen anderen Dateinamen angeben. Weitere Informationen zum Befehl `W` finden Sie unter „Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus“ auf Seite 207.
`d`	Legt die Verzögerung zwischen Statistik-Snapshots fest. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Die Mindestverzögerung beträgt zwei Sekunden. Wird ein Wert unter zwei Sekunden festgelegt, wird die Verzögerung automatisch auf zwei Sekunden gesetzt.
`n`	Anzahl an Wiederholungen. `resxtop` (oder `esxtop`) erfasst und speichert Statistiken entsprechend der Anzahl an Wiederholungen und wird dann beendet.
`server`	Name des Remoteserverhosts, mit dem die Verbindung hergestellt werden soll (nur für `resxtop` erforderlich).
`portnumber`	Portnummer mit der die Verbindung auf dem Remoteserver hergestellt werden soll. Die Standardportnummer lautet 443. Diese Option wird nur benötigt, wenn die Standardportnummer für den Server geändert wurde (gilt nur für `resxtop`)
`username`	Zu authentifizierender Benutzername beim Verbinden mit dem Remotehost. Sie werden vom Remoteserver aufgefordert, ein Kennwort einzugeben (gilt nur für `resxtop`).

Verwenden der Dienstprogramme im Wiedergabemodus

Im Wiedergabemodus gibt `resxtop` (oder `esxtop`) die Ressourcennutzungsstatistiken wieder, die mithilfe von `vm–support` erfasst wurden. Weitere Informationen finden Sie auf der Manpage `vm–support`.

Für die Ausführung im Wiedergabemodus sind einige vorbereitende Schritte erforderlich.

So bereiten Sie das Ausführen von „resxtop“ oder „esxtop“ im Wiedergabemodus vor

1 Führen Sie `vm-support` im Snapshot-Modus auf der ESX Server-Servicekonsole aus (nur bei ESX Server 3).

Führen Sie den folgenden Befehl aus:

```
vm-support -S -d Dauer -i Intervall
```

2 Entpacken Sie die daraus erzeugte TAR-Datei, damit die Datei über `resxtop` (oder `esxtop`) im Wiedergabemodus verwendet werden kann.

So führen Sie „resxtop“ oder „esxtop“ im Wiedergabemodus aus

Geben Sie in die Befehlszeile Folgendes ein:

```
resxtop -R <VM-Support_Verzeichnispfad>
```

Zusätzliche Befehlszeilenoptionen finden Sie in Tabelle A-16.

Der Wiedergabemodus muss nicht auf der ESX Server-Servicekonsole ausgeführt werden.

Er kann ähnlich wie der Batch-Modus ausgeführt werden, um bestimmte Ausgaben zu erzeugen (weitere Informationen finden Sie unten in der Erläuterung zur Befehlszeilenoption `b`).

Im Wiedergabemodus akzeptiert `resxtop` (oder `esxtop`) die gleichen interaktiven Befehle wie im interaktiven Modus und wird solange ausgeführt, bis keine über `vm-support` erfasste Snapshots mehr gelesen werden können, oder die angeforderte Anzahl an Wiederholungen erreicht wurde (weitere Informationen finden Sie unten in der Erläuterung zur Befehlszeilenoption `n`).

In Tabelle A-16 sind die für `resxtop` (oder `esxtop`) im Wiedergabemodus verfügbaren Befehlszeilenoptionen aufgeführt.

Tabelle A-16. Befehlszeilenoptionen im Wiedergabemodus

Option	Beschreibung
`R`	Pfad zum Verzeichnis mit den über „vm-support“ erfassten Snapshots.
`a`	Zeigt alle Statistiken an. Diese Option setzt die Einstellungen der Konfigurationsdateien außer Kraft und zeigt alle Statistiken an. Bei der Konfigurationsdatei kann es sich um die Standardkonfigurationsdatei `~/.esxtop310rc` oder eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei handeln.
`b`	Führt `resxtop` (oder `esxtop`) im Batch-Modus aus.

Tabelle A-16. Befehlszeilenoptionen im Wiedergabemodus (Fortsetzung)

Option	Beschreibung
`c <Dateiname>`	Lädt eine benutzerdefinierte Konfigurationsdatei. Wenn die Option `–c` nicht verwendet wird, lautet der Name der Standardkonfigurationsdatei **~/.esxtop310rc**. Erstellen Sie mithilfe des interaktiven Einzeltastenbefehls `W` eine eigene Konfigurationsdatei, indem Sie einen anderen Dateinamen angeben. Weitere Informationen zum Befehl `W` finden Sie unter „Einzeltastenbefehle im interaktiven Modus“ auf Seite 207.
`d`	Legt die Verzögerung bis zum nächsten Aktualisieren des Fensters fest. Die Standardeinstellung ist fünf Sekunden. Die Mindestverzögerung beträgt zwei Sekunden. Wird ein Wert unter zwei Sekunden festgelegt, wird die Verzögerung automatisch auf zwei Sekunden gesetzt.
`n`	Anzahl an Wiederholungen. `resxtop` (oder `esxtop`) aktualisiert die Anzeige entsprechend der Anzahl an Wiederholungen und wird dann beendet.

Index

A

Affinität
- Arbeitsspeicher, NUMA-Knoten **191**
- CPU **43, 150**
- CPU und Hyper-Threading **158**
- Definition **95**
- mögliche Probleme **151**
- Regeln verwenden **127**

Algorithmen, NUMA **184**
AMD Opteron-basierte Systeme **189**
Anfängliche Platzierung **72, 75**
- NUMA **185**

Anteile **22**
- Beispiel **22**
- Hoch **22**
- Niedrig **22**
- Normal **22**
- Ressourcenpools **28**
- Verhältnis **22**

Anti-Affinität **95**
Anwendungen
- bereitstellen **196**
- CPU-gebunden **149**
- Einzel-Thread **150**

Arbeitsspeicher
- Abrufen von ungenutztem Arbeitsspeicher **167**
- erweiterte Attribute **175**
- gemeinsame Nutzung durch mehrere virtuelle Maschinen **172**
- Overhead **47**
- Servicekonsole **15, 45**
- verfügbar **15**
- Verwalten von Zuteilungen **43**
- Virtualisierung, Grundlagen **45**
- Virtuelle Maschinen **20**
- VMkernel-Arbeitsspeicher **196**

Arbeitsspeicher, Leerlaufbelastung **164, 166**
- Mem.IdleTax **175**

Arbeitsspeicheraffinität, NUMA **191**
Arbeitsspeicher-Balloon-Treiber **167**
Arbeitsspeicher-Mehrfachvergabe **47**
Arbeitsspeichernutzung, gemeinsame **48**
Arbeitsspeicher-Overhead **162**
- Beispiele **162**

Arbeitsspeicherreservierung **17**
Arbeitsspeicherüberbelegung **171**
Arbeitsspeichervirtualisierung **44**
Architektur, ESX Server **40**
Auslagerung **169**
Auslagerungsbereich **168, 171**
- Windows-Systeme **169**

Automatisierungsebene **110**
- und DRS-Empfehlungen **72**
- verteilte Energieverwaltung **82, 111**

Automatisierungsmodi, virtuelle Maschinen **135**

B

Balloon-Verfahren, Arbeitsspeicher **167**
Beispiele
- Anteile **22**
- Arbeitsspeicher-Overhead **162**
- erweiterbare Reservierungen **58**

gelber Cluster **100**
Gültiger Cluster mit Ressourcenpools des Typs „Erweiterbar“ **98**
Gültiger Cluster, alle Ressourcenpools des Typs „Feststehend“ **97**
NUMA **192**
Reservierung **23**
Ressourcenpools **28**
roter Cluster **101**
Benutzerdefinierter Automatisierungsmodus **135**

C

Cluster
anpassen **33, 34**
DRS **67**
DRS, Hinzufügen von Hosts **120**
Einführung **71**
Einschalten virtueller Maschinen **133**
Entfernen virtueller Maschinen **134**
Entfernen von Hosts **134**
erstellen **33, 34, 105, 110, 112**
gemeinsam genutzter Speicher **107**
gemeinsam genutztes VMFS-Volume **107**
HA **106**
Hinzufügen nicht verwalteter Hosts **122, 141**
Hinzufügen verwalteter Hosts **120, 140**
Hinzufügen virtueller Maschinen **131, 132, 133**
Hinzufügen von Hosts **34, 133**
Prozessorkompatibilität **108**
Ressourcenpools **66**
Übersicht (Summary), Seite **113**
ungültig **123**
verteilte Energieverwaltung **72, 82**
verteilte Energieverwaltung, DPM **25, 33**
VirtualCenter-Ausfall **74**
virtuelle Maschinen **131**
Voraussetzungen **105**
Clustererstellung, Übersicht **109**
Clusterfunktionen auswählen **110**
Clusterressourcenpools **53**
CPU
erweiterte Attribute **174**
Mehrfachvergabe **21**
Verwalten von Zuteilungen **42**
Virtuelle Maschinen **20**
Zugangssteuerung **151**
CPU.MachineClearThreshold **158, 174**
CPU-Affinität **43, 150, 151**
Hyper-Threading **158**
mögliche Probleme **151**
NUMA **190**
NUMA-Knoten **190**
CPU-Fenster
esxtop **209**
resxtop **209**
CPU-gebundene Anwendungen **149**
CPU-Reservierung **17**
CPU-Virtualisierung **44, 148**

D

Deaktivierte virtuelle Maschine **135**
Delegieren der Steuerung mithilfe von Ressourcenpools **51**
DNS **106, 143**
Kurzname **106**
DRS
Affinitätsregeln **127**
Aktionsverlauf **118**
anfängliche Platzierung **72, 75**
Anpassen für virtuelle Maschinen **135**
Automatisierungsebene **110**
benutzerdefinierter Automatisierungsmodus **135**
Cluster, Hinzufügen von Hosts **120**

deaktivieren **126**
deaktivierte virtuelle Maschine **135**
Einführung **74, 119**
Empfehlungen **124**
Empfehlungen und Automatisierungsebene **72**
Empfehlungen, Seite **116**
Empfehlungsabhängigkeiten **124**
gemeinsame Verwendung mit HA **95**
Hinzufügen nicht verwalteter Hosts **122**
Hinzufügen verwalteter Hosts **120**
Host entfernen und virtuelle Maschinen **123**
Lastenausgleich **72**
manuell **111**
Migration **72**
Migrationsempfehlungen **81**
neu konfigurieren **126**
Regeln **129**
rote Cluster **101**
teilautomatisiert **111**
Übersicht **72**
virtuelle Maschinen, Migration **79**
VMotion-Netzwerk **105**
vollautomatisiert **111**
Wartungsmodus **85**
Zugangssteuerung **133**
DRS-Cluster **84**
DRS-Empfehlungen (Seite) **116**
DRS-Regeln **128**
DRS-Ressourcenverteilungshistogramme **115**
Dual-Core, virtuelle Maschine **21**
Dynamischer Lastenausgleich, NUMA **185**

E

Einzelprozessor, virtuelle Maschine **21**
Einzel-Thread-Anwendungen **150**
Empfohlene Vorgehensweisen **193**
Emulation **148**
Erweiterbare Reservierungen **31, 57**
Beispiel **58**
Erweiterte Attribute **173**
Arbeitsspeicher **175**
CPU **174**
HA **144**
Hosts **173**
NUMA **176**
virtuelle Maschinen **178**
ESX Server
Arbeitsspeicherabruf **167**
Arbeitsspeicherzuteilung **164**
Architektur **40**
Ressourcenverwaltung **39**
esxtop
Arbeitsspeicherfenster **213**
aufrufen **204**
Batch-Modus **229**
Befehlszeilenoptionen **204**
CPU-Fenster **209**
CPU-Fenster, Einzeltastenbefehle **213**
CPU-Fenster, Statistiken **210**
gemeinsame Statistikbeschreibung **206**
interaktiven Modus, Befehlszeilenoptionen **205**
interaktiver Modus **205**
interaktiver Modus, Einzeltastenbefehle **207**
Leistungsüberwachung **204**
Netzwerkfenster **228**
Netzwerkfenster, Statistiken **228**
Reihenfolge (Seiten) **208**
Speicheradapterfenster, interaktive Befehle **221**
Speicheradapterfenster, Statistiken **219**
Speicherfenster **218**

Speichergerätefenster, interaktive Befehle **224**
Speichergerätefenster, Statistiken **222**
Statistikspalten **208**
Wiedergabemodus **230**

F

Failover-Kapazität **89**
Festplattenressourcen **39**

G

Gelber Cluster **100**
Gemeinsame Arbeitsspeichernutzung **48**
Gerätetreiber **42**
Grenzwert
Attribut **23**
Hyper-Threading **157**
Ressourcenpools **28**
Vor- und Nachteile **24**
Gültige Cluster **96**
Beispiel **98**

H

HA **139, 143**
Anpassen für virtuelle Maschinen **136**
deaktivieren **143**
DNS-Verbindung **106**
Einführung **86, 139**
empfohlene Vorgehensweisen **196**
erweiterte Attribute **144**
Failover-Kapazität **89**
gemeinsam genutzter Speicher **106**
gemeinsame Verwendung mit DRS **95**
Hinzufügen nicht verwalteter Hosts **141**
Hinzufügen verwalteter Hosts **140**
Hostnetzwerkisolierung **92**
iSCSI-Speicher **136**
Migration mit VMotion **91**
NAS-Speicher **136**
Netzwerkredundanz **198**
NIC-Gruppierung **198**
Optionen **111**
redundante Netzwerkpfade **106**
rote Cluster **103**
und Ausschalten von Hosts **91**
und herkömmliche Clusterlösungen **86**
Zugangssteuerung **112, 133**
HA-Cluster
Hinzufügen von Hosts **140**
planen **89**
Wartungsmodus **93**
Herkömmliche Clusterlösungen **86**
Hierarchisch gleichwertig **50**
Histogramme, DRS-Ressourcenverteilung **115**
Hoch, Anteile **22**
Hostnetzwerkisolierung **92**
Hostressourcenpools **53**
Hosts
Arbeitsspeichernutzung **165**
Entfernen aus Cluster **134**
entfernen und Ressourcenpoolhierarchien **123**
entfernen und ungültige Cluster **123**
Hinzufügen zu Cluster **133**
Hinzufügen zu DRS-Clustern **120, 122**
Hinzufügen zu HA-Clustern **140, 141**
Ressourceninformationen **14**
Verlust der Ressourcenpoolhierarchie **121**
wechseln in den Wartungsmodus **122**
Hyper-Threading **154, 155, 156**
Auswirkungen auf die Leistung **154**
CPU.MachineClearThreshold **158**
CPU-Affinität **158**

deaktivieren **45**
Deaktivieren der Quarantäne **174**
unter Quarantäne stellen **158**
Hyper-Threading-Modi
alle **157**
intern **157**
keine **157**

I

iSCSI-Speicher
HA **136**
Isolierung mithilfe von Ressourcenpools **51**
Isolierungsreaktion **136**
Standard **142**

L

Lastenausgleich **72**
DRS **33**
Migrationsempfehlungen **129**
virtuelle Maschinen, Migration **79**
Leerlaufbelastung für Arbeitsspeicher **164, 166**
Leistung **40**
CPU-gebundene Anwendungen **149**
überwachen **64**
Leistungsüberwachung, esxtop **204**
Leistungsüberwachung, resxtop **204**
Logische Prozessoren **45, 152**

M

Manuelle DRS **111**
Mehrere Kerne, Prozessoren **152**
Mehrfachvergabe **47**
Mem.AllocGuestLargePage **176**
Mem.AllocUseGuestPool **176**
Mem.AllocUsePSharePool **176**
Mem.BalancePeriod **176**
Mem.CtlMaxPercent **175**
Mem.IdleTax **166, 175**
Mem.SamplePeriod **165, 175**
Mem.ShareScanGHz **172, 175**
Mem.ShareScanTime **172, 175**
Migration mit VMotion, Ausfall und HA **91**
Migrationsempfehlungen **81**
Migrationsschwellenwert **80**

N

NAS-Speicher, HA **136**
Netzwerkressourcen **39**
Neustartpriorität **136**
Standard **142**
NIC-Gruppierung **198**
Nicht reservierter Arbeitsspeicher **18**
Niedrig, Anteile **22**
Normal, Anteile **22**
NUMA
AMD Opteron-basierte Systeme **189**
Arbeitsspeicheraffinität **191**
Beispiel **192**
CPU-Affinität **190**
CPU-Zuweisung **192**
dynamischer Lastenausgleich **185**
Einführung **182**
erweiterte Attribute **176**
manuelle Steuerelemente **187**
Optimierungsalgorithmen **184**
Seitenmigration **185**
Stammknoten und anfängliche Platzierung **185**
transparente gemeinsame Seitennutzung **187**
verwenden mit ESX Server **181**
Numa.AutoMemAffinity **176**
Numa.MigImbalanceThreshold **177**
Numa.PageMigEnable **176**
Numa.RebalanceCoresNode **177**
Numa.RebalanceCoresTotal **177**
Numa.RebalanceEnable **176**

Numa.RebalancePeriod **177**
NUMA-Planung **183**

O

Opteron **189**
Overhead **162**
    Beispiele **162**
Overhead, Arbeitsspeicher **47**

P

Physische Prozessoren **45**
Physische und logische Prozessoren **45**
Physischer Arbeitsspeicher, Nutzung **165**
Prozessoren
    logisch **45**
    mehrere Kerne **152**
    physisch **45**
Prozessorspezifisches Verhalten **149**

Q

Quarantäne, Hyperthreading **158**

R

Redundante Netzwerkpfade für HA **106**
Regeln **128**
    Auswirkungen **129**
    bearbeiten **128**
    deaktivieren **129**
    DRS **129**
    löschen **129**
Remote-Befehlszeilenschnittstelle **203**
Reservierung **17**
    Attribut **23**
    Beispiel **23**
    Hyper-Threading **157**
    Ressourcenpools **28**
Reservierungstyp **28**
Ressourcen, reservieren **21**
Ressourcenpools **53**
    anpassen **27, 28**
    Attribute ändern **63**
    Beispiel **28**
    Cluster **66**
    Delegieren der Steuerung **51**
    DRS-Cluster **84**
    Einführung **49, 50**
    Entfernen virtueller Maschinen **66**
    erstellen **27, 28, 55, 56**
    Hierarchien, Entfernen von Hosts **123**
    hierarchisch gleichwertig **50**
    Hinzufügen virtueller Maschinen **64, 65**
    Informationen **58**
    Isolierung **51**
    Leistung **64**
    Reservierungstyp **28**
    Ressourcenzuteilung (Registerkarte) **61**
    Root-Ressourcenpool **50**
    Übersicht (Registerkarte) **59**
    übertragen **121**
    Zugangssteuerung **54**
Ressourcenverwaltung
    empfohlene Vorgehensweisen **193**
    Konzepte **37**
resxtop
    Arbeitsspeicherfenster **213**
    Batch-Modus **229**
    CPU-Fenster **209**
    CPU-Fenster, Einzeltastenbefehle **213**
    CPU-Fenster, Statistiken **210**
    gemeinsame Statistikbeschreibung **206**
    interaktiven Modus, Befehlszeilenoptionen **205**
    interaktiver Modus **205**
    interaktiver Modus, Einzeltastenbefehle **207**
    Leistungsüberwachung **204**

Netzwerkfenster **228**
Netzwerkfenster, Statistiken **228**
Optionen **204**
Reihenfolge (Seiten) **208**
Speicheradapterfenster, interaktive Befehle **221**
Speicheradapterfenster, Statistiken **219**
Speicherfenster **218**
Speichergerätefenster, interaktive Befehle **224**
Speichergerätefenster, Statistiken **222**
Statistikspalten **208**
Wiedergabemodus **230**
Root-Ressourcenpool **50**
Rote Cluster **101**
Roter DRS-Cluster **101**
Roter HA-Cluster **103**

S

SAN und HA **106**
sched.mem.maxmemctl **168, 179**
sched.mem.pshare.enable **179**
sched.swap.dir **179**
sched.swap.file **179**
sched.swap.persist **179**
Schwellenwert, Migration **80**
Seitenmigration, NUMA **185**
Sekundäre Servicekonsole **199**
Serverkonfiguration für Hyper-Threading **156**
Servicekonsole
Arbeitsspeichernutzung **15, 45**
Redundanz **199**
Stammknoten, NUMA **185**
Standby-Modus **72, 76, 82, 85**
Statistiken, esxtop **206**
Statistiken, resxtop **206**
Sterne, Migrationsschwellenwert **80**
Swap-Bereich
Linux-Systeme **169**

T

Teilautomatisierte DRS **111**
Threads **153**

U

Überbelegter Cluster **100**
Überbelegung **171**
Übertragen, Ressourcenpool **121**
Ungenutzte CPU-Reservierung **17**
Ungültige Cluster, Entfernen von Hosts **123**

V

Verfügbarer Arbeitsspeicher **15**
Verteilte Energieverwaltung **72**
aktivieren **82**
Automatisierungsebene **82, 111**
Verteilte Energieverwaltung, DPM **33**
und Zugangssteuerung **25**
Virtual Infrastructure SDK **42**
Virtual Machine File System (VMFS) **41, 92, 107**
Virtuelle Maschinen
Ändern der Ressourcenzuteilung **25**
Anpassen für DRS **135**
Anpassen von HA **136**
Anzahl an virtuellen Prozessoren **150**
Arbeitsspeicher **20, 46**
Arbeitsspeicher-Overhead **162**
Automatisierungsmodi **135**
bereitstellen (empfohlene Vorgehensweise) **194**
Bereitstellen des Betriebssystems **195**
Bereitstellen von Anwendungen **196**
CPU **20**
deaktiviert (DRS) **135**
Dual-Core **21**

Einzelprozessor **21**
Entfernen aus Cluster **134**
Entfernen aus Ressourcenpools **66**
erstellen (empfohlene Vorgehensweise) **194, 195**
erweiterte Attribute **178**
Hinzufügen während Clustererstellung **132**
Hinzufügen zu Cluster **131, 132, 133**
Hinzufügen zu Ressourcenpools **64**
Host entfernen **123**
Konfigurationsdatei **109**
Ressourcenzuteilung **19**
überwachen **159**
virtueller Arbeitsspeicher **158**
Zuweisen zu einem bestimmten Prozessor **151**
Virtuelle Maschinen, Attribute
ändern **25**
Anteile, Reservierung und Grenzwerte **21**
Virtuelle Maschinen, Migration **79**
Virtuelle Prozessoren pro virtueller Maschine **150**
Virtuelle SMP-Maschinen **150**
Virtueller Arbeitsspeicher in virtuellen Maschinen **158**
VMFS (Virtual Machine File System) **41, 92, 107**
VMkernel **41**
Arbeitsspeicher **196**
Hardwareschnittstellenebene **42**
Ressourcen-Manager **41**
VMkernel-Port
Redundanz **199**
VMM **42, 159**
vmmemctl **167**
Mem.CtlMaxPercent **175**
sched.mem.maxmemctl **179**
VMotion-Anforderungen **107**
Vollautomatisierte DRS **111**

W

Wake-On-LAN (WOL) **85**
Wartungsmodus **84, 85, 122**
HA-Cluster **93**
wechseln **122**
Wechseln in den Wartungsmodus **122**
Working Set-Größe **165**

Z

Zugangssteuerung **24, 25**
bei erweiterbaren Ressourcenpools **32**
CPU **151**
DRS **133**
HA **112, 133**
Ressourcenpools **54**
streng **73, 90, 103, 136, 139**